MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Siebenter Band.

Abtheilung Kiel.

Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur.

Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1903.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Inhalt.

Seite

Neue Untersuchungen über den Reichthum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden. Von H. Lohmann. (Tafel I—IV.) 1

Beiträge zur Kenntniss denitrifizirender Meeresbakterien. Von R. Feitel. (Tafel V.) 89

Beiträge zur Kenntniss der pelagischen Polychaetenlarven der Kieler Föhrde. Von M. Leschke. (Tafel VI und VII.) 107

Beiträge zur Bestimmung der im Meerwasser gelösten Gase. Von E. Ruppin 137

Neue Untersuchungen

über

den Reichthum des Meeres an Plankton

und über

die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden.

Zugleich auch ein Beitrag zur Kenntniss des Mittelmeerauftriebs.

Von

Dr. H. Lohmann.

(Mit 4 Tafeln und 14 Tabellen.)

I. Einleitung.

Als Hensen 1887 sein grundlegendes Werk über die quantitative Untersuchung des Planktons veröffentlichte, leitete er dasselbe mit den bedeutungsvollen Worten ein: „Das mit dem Namen „Auftrieb" bezeichnete Material ..... hat ..... ohne Zweifel für den ganzen Stoffwechsel des Meeres eine grosse Bedeutung. Diese Arbeit versucht es, dem bezüglichen Stoffwechsel näher zu treten." (Ueber die Bestimmung des Planktons, p. 1). Damit war das Ziel, welches ihm schon damals vorschwebte, deutlich ausgesprochen, und es ist auch in allen nachfolgenden Arbeiten immer im Auge behalten und durch Beobachtung, Experiment und Ueberlegung der Weg klarzulegen versucht, auf dem dasselbe erreicht werden muss.

Das Fundament bildet der exacte Nachweis dessen, was im Meere an einem bestimmten Orte[1]) zu einer bestimmten Zeit an Organismen vorhanden ist und wie diese Masse sich mit dem Wechsel der Zeit und des Ortes nach Quantität und Qualität ändert. Dadurch wird das Thatsachenmaterial geliefert, welches als Ausgangspunkt für alle weiteren Untersuchungen zu dienen hat. Es ist klar, dass von der Genauigkeit dieser Bestimmungen die Zuverlässigkeit der Resultate abhängt und dass jenes Material überhaupt erst dann zu sicheren Schlüssen verwandt werden kann, wenn der Grad seiner Zuverlässigkeit bekannt ist.

Hensen's Methode beruht auf 2 Voraussetzungen: 1. dass die pelagischen Organismen im Meere innerhalb eines Gebietes gleichartiger Existenzbedingungen zeitlich und räumlich so gleichmässig vertheilt sind, dass man schon durch die Untersuchung von relativ ausserordentlich kleinen Stichproben ein hinreichend richtiges Bild von der Menge und Zusammensetzung des Auftriebs in diesem Gebiete erhält und 2. dass die Fangapparate nicht durch ihnen anhaftende und bisher nicht kontrollirbare Fehler die Zusammensetzung des Auftriebs im Meere anders erscheinen lassen, als sie in Wirklichkeit ist.

Die 1. Voraussetzung hat sich in viel höherem Grade bestätigt, als man voraussehen konnte. Die Beweise hierfür sind in erster Linie in den verschiedenen Bearbeitungen des Materiales der Plankton-Expedition geliefert; aber auch die späteren Untersuchungen in der Ost- und Nordsee, sowie im Mittelmeer haben dies Resultat bestätigt und die vorliegenden Beobachtungen an der sizilianischen Küste geben neue Beweise für die staunenswerthe Gleich-

[1]) Genauer „in ein und derselben Wassermasse", da der Ort mit den Meeresströmungen naturgemäss sich fortgesetzt verschiebt. Auf diesen Umstand, der übrigens nur da in Betracht kommt, wo solche Strömungen existiren, haben lange vor Cleve bereits Hensen und seine Mitarbeiter aufmerksam gemacht.

mässigkeit und Gesetzmässigkeit, mit welcher die Auftrieborganismen im Meere vertheilt sind. Auch würde diese Thatsache bereits allgemein anerkannt sein, wenn nicht so vielfach übersehen würde, dass die von Hensen geforderte Gleichmässigkeit des Vorkommens auf das Engste an Gebiete gleicher Lebensbedingungen gebunden ist und daher keineswegs mit einem raschen und mannigfachen Wechsel des Vorkommens in Gebieten mit schnellem Wechsel der Existenzbedingungen in Widerspruch steht. Bei meinen Untersuchungen in Syrakus handelte es sich um die Feststellung der vertikalen Verbreitung des Mikroplanktons. Da die Existenzbedingungen in den verschiedenen Wasserschichten von der Oberfläche bis zu 631 m sich der Tiefe entsprechend änderten, musste eine gesetzmässige Aenderung im Vorkommen der Organismen erwartet werden. Wäre aber in jeder einzelnen Wasserschicht die Vertheilung der Formen eine ganz ungleichmässige gewesen, so wäre diese Gesetzmässigkeit nothwendiger Weise dadurch verwischt und um so stärker verdeckt, je kleinere Stichproben aus jeder Wasserschicht untersucht wurden.

Tabelle 1.

Vertikale Vertheilung des Mikroplanktons im Mai 1901 vor Syrakus. (Zahlen für 1 Liter.)

Datum	Tiefe in Metern	Sceletonema costatum	Chaetoceras	Thalassiothrix nitschioid.	Synedra holsatiae	Asterionella spatulif.	Naviculinen	Nitschia closterium	Gymnodiniaceen	Prorocentraceen	Peridiniaceen:	Ceratium	Peridinium	Andere Formen	Nackte Chrysomonadinen	Coccolithophoriden	Eugleninen	Silicoflagellaten	Globigerinen	Acanthometriden	Freie Euflagellaten	Tintinnen	Eier	Cysten
V. 11.	0	[illegible]	—	348	v.[1]	—	4	4	640	12	44	8	8	28	76	176	—	—	—	—	—	—	16	4
„ 12.	20	—	6	400	v.	—	4	12	408	—	12	4	—	8	120	308	4	—	—	—	v.	—	—	4
„ 4.	50	8	206	3116	—	16	96	76	860	8	96	4	84	8	216	2980	40	4	4	—	sh.[1]	4	—	16
„ 3.	77	96	84	2108	v.	924	68	192	360	4	16	—	12	4	168	368	—	44	—	—	v.	4	—	12
„ 2.	155	40	38	896	92	20	8	24	60	—	—	—	—	—	36	16	—	—	—	4	sh.	—	—	36
„ 1.	230	—	19	653	7	—	39	13	73	—	—	—	—	—	80	50	—	—	—	—	h.[1]	—	—	128
„ 9.	431	—	—	230	2	—	—	2	6	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	sp.[1]	—	—	24
„ 6.	631	8	—	156	4	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sp.	—	—	16

Nun tritt aber, wie die vorstehende kleine Tabelle zeigt, die Regelmässigkeit der vertikalen Vertheilung (grösster Reichthum zwischen 20 und 80 m, langsame Abnahme gegen die Oberfläche, rapide Abnahme zur grösseren Tiefe) schon in diesen Untersuchungen mit voller Klarheit hervor, obwohl nicht nur die einzelnen Stichproben sehr klein waren (1/4 Liter!) sondern auch nur 9 Stichproben dem Meere in 10 Tagen entnommen wurden. Denn da das Wasser durch dichten Seidentaffet filtrirt wurde und die Zahl der hierdurch gefangenen Organismen eine ausserordentlich grosse war, die Zählungen ferner an noch lebendfrischem Materiale ausgeführt werden mussten, so konnte täglich nur 1 einzige Probe gemacht und untersucht werden. Da stürmisches Wetter eintrat, mussten einige Tage ausgesetzt werden; auch konnte nicht immer derselbe Ort aufgesucht werden, wenn auch alle Schöpfproben über tiefem Wasser auf offener

[1]) Hier wie in der ganzen Arbeit bedeutet v. vorhanden, sp. spärlich, h. häufig, sh. sehr häufig.

See im Osten der Stadt Syrakus entnommen wurden und die Zeit des Fischens stets zwischen 7 und 8 Uhr Morgens war.

Wie hier in vertikaler Richtung schnell die Vertheilung des Auftriebs wechselt, in dem sie gesetzmässig dem Wechsel der Existenzbedingungen folgt, so kann natürlich auch in horizontaler Richtung oder in zeitlicher Folge ein reicher Wechsel erfolgen. Aber ausnahmslos wird der Wechsel genau dem Wechsel der Existenzbedingungen parallel gehen und also streng gesetzmässig sein. Wenn daher Weber auf der Siboga-Expedition im malayischen Archipel das quantitative Fischen aufgab, weil die Vertheilung des Auftriebs zu ungleichmässig war [1]), so ist das durchaus kein Beweis für die Unbrauchbarkeit der Hensen'schen Methode, sondern nur ein Zeichen dafür, dass in jenem Gebiete, wie auch Weber selbst angiebt, besonders komplizirte Strömungsverhältnisse bestehen. Durch zahlreiche quantitativ verwerthbare Planktonfänge würde auch hier ebenso gut die Gesetzmässigkeit in der Vertheilung des Auftriebs erkennbar gewesen sein, wie eine ganze Zahl von Temperatur-, Salzgehalt- und Strömungsbestimmungen erlaubt haben würden die hydrographischen Verhältnisse dieses Meeresabschnittes aufzuhellen. Eine solche Untersuchung hätte selbstverständlich sehr viel Zeit erfordert und war deshalb für die Siboga-Expedition nicht ausführbar, die neben dem Studium des Planktons noch viele andere wichtige Untersuchungen zu verfolgen hatte.

Das Plankton ist also nicht regellos ungleichmässig vertheilt, sondern seine Schwankungen im Auftreten sind streng abhängig von den hydrographischen Verhältnissen seines Wohngebiets; und wie die letzteren schon durch die Untersuchung kleinster Stichproben sich ergründen lassen, so erfordert auch die Untersuchung des Vorkommens der Auftrieborganismen nur die Prüfung relativ sehr kleiner Wassermassen. Allerdings variirt die Minimalgrösse der noch brauchbaren Stichprobe mit der Dichtigkeit des Vorkommens der betreffenden Organismen; für Bakterien genügen bereits wenige Kubikcentimeter, für die häufigen Diatomeen bereits 1/4 Liter, für Craspedoten erst mehrere Kubikmeter und für Acalephen, Janthinen, Physalien u. a. reichen im Allgemeinen keine Wassermengen aus, wie sie durch Auftriebnetze filtrirt werden. Auch hier ist die Analogie mit der hydrographischen Untersuchung vollständig. Zum Nachweise der Menge, in welcher ein seltener Körper im Meerwasser vorkommt, gebraucht man grössere Wassermassen als zum quantitativen Nachweise häufiger Körper. Aber es ergiebt sich schon hieraus, dass man schwerlich mit einem einzigen Apparate Alles wird fangen können, sondern verschiedene Methoden und Werkzeuge für die verschiedenen Organismen wird verwenden müssen.

Noch deutlicher tritt diese Forderung bei Betrachtung der 2. Grundlage quantitativer Planktonforschung hervor, wenn wir nach den Fehlern fragen, welche die Fangapparate und die spätere Behandlung der Fänge in die Beobachtungen bringen. Diese lassen sich im Allgemeinen auf 2 Ursachen zurückführen: 1. auf die Durchlässigkeit des Netz- oder Filtermateriales und 2. auf die Empfindlichkeit vieler Organismen gegen mechanische und chemische Eingriffe.

Hensen selbst hat schon 1887 (loc. citat. pag. 10, 14, 78 u. a.) die ersten Untersuchungen hierüber angestellt, indem er das durch das Netzzeug durchfliessende Wasser ein

[1]) Petermanns Mittheilungen, 1900, pag. 188.

2tes Mal durch dichte Seide, Papierfilter und Mikromembranfilter fliessen liess und den Filterrückstand mikroskopisch untersuchte. Es stellte sich heraus, dass viele Diatomeen, Peridineen, Silicoflagellaten und selbst einige Räderthiere die Netzmaschen passiren; auch wies er auf kleine nackte Zellen hin, die zeitweise nicht selten im Meere auftraten, aber viel zu klein waren, um ausreichend zurückgehalten zu werden. Doch glaubte er aus seinen Experimenten den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Einwirkung dieses Verlustes auf die Zusammensetzung des Fanges und die Resultate der Zählung ohne wesentlichen Einfluss seien, da die Masse dieser kleinen Formen stets nur klein war im Vergleich zu den mit der Müllergaze gefangenen Massen. Hensen hat aber stets betont, dass die von ihm gegebenen Zahlen nur Minimalwerthe seien und man, um die kleinsten Formen zu fangen, feinere Filter verwenden müsse.

Kofoid wies dann 1897 durch sehr verdienstvolle neue Untersuchungen im Süsswasser Nord-Amerikas nach, dass der Verlust, der bei dem Fischen mit Müllergaze Nr. 20 eintritt, erheblich grösser ist als Hensen angenommen hatte und dass daher die Ergebnisse der Forschung durch denselben nicht unwesentlich beeinflusst werden. Er bediente sich der vorzüglichen Filter von Schleicher & Schüll aus gehärtetem Papier und der Kieselguhrfilter und kam zu dem Schluss, dass das Netz nur 2,2—50,0 % des mit dem letzteren Filter nachweisbaren Auftriebs fange und man daher von der Verwendung der Müllergaze ganz absehen müsse[1]).

Durch die Untersuchung der im Auftrieb des Meeres nach Masse und Individuenzahl eine sehr erhebliche Rolle spielenden Appendicularien war ich etwa um dieselbe Zeit zu der Ueberzeugung gekommen, dass auch für das Meer die Bedeutung der allerkleinsten die Netzmaschen ohne Mühe passirenden Formen eine erheblich grössere sei, als man bis dahin vermuthet hatte. Denn die Nahrung der Copelaten besteht ausschliesslich aus Organismen, die zu klein sind, um durch Müllergaze-Netze in nennenswerther Menge gefangen zu werden und grade in der Sargasso-See, wo die Netze nur ganz geringe Auftriebmassen nachzuweisen vermocht hatten, zeigten die Appendicularien keine Abnahme ihrer Zahl. Nur in einem kleinen Distrikte der Halostase waren sie in den oberen Wasserschichten spärlicher vertreten, gingen aber dafür in ganz abnorm hoher Individuenzahl in die Tiefen unter 200 m hinab. (1896, Appendicular. d. Planktonexpedit. pag. 95, 124—125, 134). Hier musste also eine erhebliche Menge kleinsten Auftriebes vorhanden gewesen sein. Die Erkenntniss der Bedeutung der eigenthümlichen Gehäuse der Appendicularien (1899) führte mich dann aber nothwendiger Weise dazu, die Bedeutung dieses Mikroplanktons noch erheblich höher zu schätzen, da sie die Funktion derselben mit einer grossen Verschwendung der Nahrung der Appendicularien verbunden zeigt und die Gehäuse im Wesentlichen Apparate sind, die zum Sammeln nur dieses kleinsten Auftriebes dienen[2]). Daher folgte ich 1899 gern einer Aufforderung Brandts mit Unterstützung der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere die Untersuchungen Kofoids auf die Ostsee auszudehnen und die Bedeutung der Durchlässigkeit des Netzzeuges für das Studium des Meeresplankton zu prüfen[3]). Im Jahr darauf gab mir dann ein Stipendium

[1]) Science, N. S., vol. 6, p. 829 ff.

[2]) Das Gehäuse der Appendicularien, Schrift. d. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein, Bd. 11, pag. 347 u. 399.

[3]) Ueber das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abth. Kiel, Bd. 5, pag. 47 ff. 1901.

der Universität Kiel Gelegenheit diese Untersuchungen auf das Mittelmeer auszudehnen und erheblich zu erweitern.

Ueber diese letzteren Untersuchungen berichtet die vorliegende Arbeit. Für den Auftrieb der Kieler Bucht ergab sich, dass bei dem Fischen mit Müllergaze Nr. 20 durchschnittlich etwa die Hälfte des durch Papierfilter nachweisbaren Auftriebs verloren geht, dass dieser Verlust aber unter Umständen bis auf $^9/_8$ steigen oder auch auf fast $^1/_4$ sinken kann. Nur die Metazoen und einige wenige der grössten Arten von Protozoen (Tintinnus campanula) und Protophyten (Cerat. tripos, Peridinium divergens, grosse Coscinodisken, Oscillarienfäden) wurden vollständig oder fast vollständig gefangen, während die meisten Protisten einen sehr grossen Verlust erlitten und grade von vielen sehr häufigen Formen nur wenige Prozente gefangen wurden, so von Sceletonema 7,2 %, Synedra 12,7 %, Prorocentrum micans 1,3 %, Dynophysis acuta 14,0 % u. s. w. Die Zahlen, welche die Analyse der Müllergaze-Fänge für die einzelligen Wesen ergeben, entsprechen also mit Ausnahme ganz weniger Fälle, keineswegs dem wirklichen Vorkommen in dem untersuchten Wasser und sind je nach der Grösse und Gestalt der betreffenden Art, sowie nach der Gesammtmenge des Auftriebs um 30—98,6 % zu klein. Dieser Fehler ist nicht konstant für jede Art, schon deshalb nicht, weil die Grösse und Form der Individuen nach Alter und Entwickelungszuständen erheblich variirt, aber auch weil er abhängig ist von der Menge des Auftriebs, der das Filter bedeckt. Es ist also klar, dass die Müllergaze-Fänge ein sehr unvollständiges und vor allem stark entstelltes Bild von dem Auftrieb geben und sie durchaus ergänzt, vielleicht sogar ersetzt werden müssen durch Fänge, die mit genaueren Apparaten ausgeführt sind.

Die Empfindlichkeit vieler Organismen gegen die mechanischen und chemischen Eingriffe, welche der Fang und die Konservirung nothwendig mit sich bringen, führt zu einem 2. Fehler der Fänge, der aber in gleicher oder ähnlicher Weise allen Methoden anhaftet. Der hierdurch entstehende Verlust war bisher überhaupt noch nicht genauer untersucht und war daher der Hauptgegenstand meiner vorliegenden Untersuchungen in Syrakus. Bei ihnen konnte der Einfluss der Konservirung leicht durch die Prüfung noch lebenden Materiales festgestellt werden, und die Zerstörung von zarten Formen durch die Filtration selbst wurde durch die Untersuchung der Fangapparate der Appendiculariengehäuse ausgeschaltet.

Es ist also klar, dass den Fängen mit Müllergaze-Netzen grosse Fehler anhaften und dass sie keineswegs ein getreues Bild des wirklich im Meere vorhandenen Auftriebs geben. In geringerem Grade haften aber solche Fehler auch allen feineren Apparaten an, und es ist daher wichtig, sich über den nothwendigen Grad der Genauigkeit quantitativer Planktonuntersuchungen klar zu werden, ohne den die Untersuchungen aufhören wissenschaftlichen Werth zu besitzen. Zwei Bedingungen werden immer erfüllt sein müssen: Einmal müssen die Grössen, welche bei der Untersuchung mit einander verglichen werden, mit gleicher Genauigkeit festgestellt werden. Dies ist von grosser Bedeutung bei der Untersuchung des Verhältnisses zwischen Eiern, Jugendstadien und Erwachsenen einer Art (zur Feststellung der Vermehrungsschnelligkeit z. B.), des Verhältnisses zwischen Produzenten (Pflanzen) und Konsumenten (Thieren) nach Zahl, Volumen und ebenso nach chemischer Beschaffenheit, des

Verhältnisses zwischen Nahrung und Fressern (zur Feststellung der Zehrungsgrösse z. B.) wie bei allen Untersuchungen, die die Dichtigkeit des Vorkommens der verschiedenen Komponenten des Auftriebs (Unterscheidung zwischen häufigen und seltenen Formen) vergleichen. Fast bei allen wichtigen Planktonuntersuchungen kommt demnach diese Forderung in Frage und entscheidet über den Werth der Resultate.

Zweitens müssen die Fehler, die der Methode anhaften, kleiner sein als die in der Natur vorkommenden Schwankungen der untersuchten Verhältnisse (Planktonvolumen, Individuenzahl einer Art, chemische Zusammensetzung des Gesammtplanktons u. s. w.); um aber beurtheilen zu können, wann dies der Fall ist, muss zuvor untersucht werden, welche Verluste die verschiedenen Fangapparate erleiden und wie gross der wirkliche Gehalt des Meeres an Auftrieb und Auftriebformen ist.

Beide Postulate werden oft übersehen und Fänge, die mit Müllergaze-Netzen erhalten sind, behandelt, als wenn sie uns ein getreues Bild des wirklich im Meere vorhandenen Auftriebs geben könnten. Deshalb mag ausdrücklich betont werden, dass eine vollständige Analyse solcher Fänge zu dem Zwecke die Häufigkeit der Auftriebformen und die quantitative Zusammensetzung des Auftriebs kennen zu lernen, jetzt ein unzulässiges Verfahren ist. Nur für bestimmte Formen hat diese zeitraubende Methode bei Müllergaze-Fängen noch Werth; für die meisten anderen Planktonorganismen müssen für quantitative Untersuchungen andere Filterapparate verwendet werden. Je nach der speziellen Aufgabe, die man lösen will, müssen hier wie überall sonst bei wissenschaftlichen Untersuchungen, die Apparate ausgewählt und die Methoden modifizirt werden. Sind aber jene beiden Forderungen erfüllt, so machen selbst recht weite Fehlergrenzen wenig aus, da es genügt, die Grundzüge der Auftriebvertheilung und Auftriebproduktion kennen zu lernen.

Hensen's Verdienst wird dadurch, dass für das von ihm vorgeschlagene Netzzeug der Verlust grösser ist als anfangs erwartet wurde, nicht im Geringsten gemindert. Er ist der Erste gewesen, der an die Aufgabe, den Stoffwechsel des Meeres zu erforschen, ernsthaft herangegangen ist. Durch den Nachweis der gleichmässigen Vertheilung der Planktonorganismen in Gebieten gleicher Lebensbedingungen hat er ferner das sichere Fundament für eine exacte Lösung dieser Aufgabe gefunden. Endlich hat er auf dieser Grundlage seine quantitative Methode der Planktonforschung aufgebaut, die im Wesentlichen darauf beruht, dass in dem Untersuchungsgebiete in bestimmten räumlichen oder zeitlichen Abständen genau abgemessene Mengen Wasser mit möglichst exacten Apparaten auf ihren Gehalt an Auftrieb geprüft werden, und dieses Plankton nach Volumen, chemischer Beschaffenheit, Zusammensetzung aus Arten und Individuen, sowie Entwickelungszuständen genau analysirt wird. Wenn demnach die von Hensen vorgeschlagenen Netze jetzt ergänzt werden müssen durch andere, zum Theil übrigens auch schon von Hensen selbst verwendete Instrumente, so wird dadurch weder die Methode noch die durch sie zu lösende Aufgabe wesentlich verändert.

Die vorliegenden Untersuchungen wollen demnach durch die Anwendung verschiedener Fangmethoden möglichst den wirklichen Gehalt des Meeres an Auftrieb bestimmen und den Verlust festzustellen suchen, der bei der Verwendung der verschiedenen Apparate eintritt. Durch

die Munificenz des Konsistoriums der Kieler Universität wurde es mir möglich gemacht, diese Untersuchungen an der Sizilianischen Küste bei Syrakus auszuführen, einem Orte, der für meine Aufgabe ganz besonders geeignet erschien, da der Meeresboden hier so steil abfällt, dass man bereits wenige Seemeilen vom Lande 1000 m Tiefe findet, fast garkeine Strömungen vorkommen und man in ganz kurzer Zeit aus dem Bereich der Küste auf die offene See gelangen kann. Ich konnte also erwarten, mich hier von den lokalen Einflüssen der Küste, die bei Neapel und bei Messina alle Untersuchungen über die Vertheilung und das Vorkommen des Auftriebs so sehr stören, fast ganz frei machen zu können und diese Erwartung hat sich vollständig bestätigt. An die früheren Untersuchungen in der Kieler Bucht, deren Auftrieb nordisches Küstenplankton repräsentirt, reihen sich diese neuen Untersuchungen daher auch insofern als Fortsetzung an, als sie an einem vom Küsteneinfluss fast freien Auftrieb eines dem warmen Wasser angehörigen Meeresgebietes ausgeführt sind. Es ist mir eine Freude auch an dieser Stelle dem Konsistorium der Universität meinen aufrichtigen Dank für die Bewilligung dieses Stipendiums auszusprechen. In gleicher Weise bin ich der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere sowie dem Direktor des Zoologischen Instituts, Herrn Prof. Brandt für die leihweise Ueberlassung von Apparaten für die Reise zu grossem Dank verpflichtet.

Es wird sich empfehlen zunächst die in Anwendung gekommenen Untersuchungsmethoden kurz zu besprechen und darauf die Resultate darzulegen.

II. Die Methoden der Untersuchung.

Während meines Aufenthaltes in Syrakus sind von mir im Wesentlichen 3 Methoden angewandt, um den wahren Gehalt des Meerwassers an Auftrieb festzustellen und den Verlust zu erkennen, den das Plankton bei verschiedenen Fangapparaten erleidet. Einmal wurde an ein und derselben Stelle des Meeres unmittelbar hinter einander eine vertikale Wassersäule von etwa 100 m Höhe durch Müllergaze Nr. 20, durch Papierfilter und durch Seidentaffet filtrirt, die 3 so erhaltenen Fänge konservirt und ihr Inhalt gezählt. Der Fang mit Müllergaze wurde durch einen einfachen vertikalen Zug mit dem mittleren Planktonnetz erhalten, der Papier- und Seidenfilterfang durch das Heraufpumpen einer Wassersäule, die im Boot filtrirt wurde. Ein Vergleich der 3 Fänge ergab dann unmittelbar die Verluste des Netz- und Papierfilterfanges. Ferner wurden zahlreiche Wasserproben von der Oberfläche oder aus verschiedenen Tiefen mit Meyerscher Schöpfflasche und Krümmelschem Schöpfapparat durch Papier- und Taffetfilter filtrirt, ohne dass gleichzeitig Vergleichsfänge mit Müllergaze ausgeführt wurden. Die Fänge wurden ausnahmslos noch frisch untersucht, um vor allem das Vorkommen nicht konservirbarer Protozoen zu untersuchen. Endlich wurden die Fangapparate der Appendikulariengehäuse aus den frisch gefangenen Gehäusen herauspräparirt und mikroskopisch untersucht, um auch diejenigen Organismen zu erhalten, welche durch die mechanischen Einwirkungen der Filtration durch Papier und Seide zu Grunde gehen. Aus diesen beiden letzten Serien von Fängen ergab sich der Verlust,

den auch noch die Seidentaffetfänge erleiden und also schliesslich die wahre Grösse des Verlustes der anderen Fangmethoden sowie endlich eine Vorstellung von dem wirklichen Gehalt des Meeres an Auftrieb.

1. Vergleichsfänge mit Netz und Pumpe, um den Verlust in Folge der Durchlässigkeit der Netzzeuge und Filter festzustellen.

a) die Methode der Ausführung der Vergleichsfänge:

Nachdem tiefes Wasser erreicht und das Boot ausserhalb des Bereichs der Küste gekommen war, wurde zunächst ein Vertikalzug mit dem mittleren quantitativen Planktonnetz ausgeführt und der Fang in Formol konservirt. Darauf wurde an derselben Stelle ein 110 m langer Gummischlauch senkrecht in das Wasser hinuntergelassen und während einer der Fischer an einem Tau das unterste Ende desselben langsam und gleichmässig emporzog, aus dem oberen Schlauchende durch eine kleine, ganz aus Messing gebaute Flügelpumpe[1]) das Wasser ausgepumpt. Bei dem Hinablassen des Schlauches füllt dieser sich allmählich mit Wasser aus den verschiedenen Tiefen, die das untere Ende durchsinkt, so dass schliesslich der ganze Schlauch eine Wassersäule einschliesst, die Wasser aus allen Tiefen zwischen Oberfläche und 110 m enthält. Durch das gleichmässige Heben des unteren Endes bis zur Oberfläche während des Auspumpens des Wassers, wird der Schlauch von Neuem mit einer solchen Wassersäule gefüllt und es kann auf diese Weise durch stetes Heben des unteren Schlauchendes bis zur Oberfläche und Wiedersinkenlassen bis zur tiefsten Lage die gegebene Wassersäule beliebig oft gleichmässig abgepumpt werden. Es ist aber zu beachten, dass das Oberflächenwasser erst in das untere Ende eintritt, wenn das letztere sich an der Oberfläche selbst befindet. Man muss also, wenn man den Fang beenden will, noch von dem Momente ab, in welchem das untere Schlauchende entweder die Oberfläche oder seine tiefste Lage erreicht, einmal den ganzen Schlauchinhalt herauspumpen. Da das Wasser im Schlauche von selbst bis zur Meeresoberfläche emporsteigt, so braucht die Pumpe dasselbe nur von dem Meeresspiegel in das Boot hineinzuheben. Die kleinsten*) Pumpen genügen daher bereits und es ist selbst möglich das Wasser mit dem Munde anzusaugen und bei Booten mit tiefliegendem Boden das obere Schlauchende als Heber zu benutzen. Aber die Auf- und Niederbewegung des Bootes und noch mehr seine seitlichen Bewegungen machen dieses einfachste Verfahren praktisch unbrauchbar. Der Theil des Schlauches, der sich über Wasser befindet, muss Drahteinlage haben, da er sonst bei jedem neuen Beginn der Pumparbeit flach zusammengedrückt wird und das Emporsteigen des Wasser in ihm unmöglich gemacht wird. Der übrige Schlauch braucht hingegen eine solche Stütze nicht, da er ja immer vollständig mit Wasser gefüllt ist; aber der gesammte Schlauch muss seiner ganzen Länge nach an einem Tau befestigt sein, das so am Boote festgemacht wird, dass das oberste Ende einen frei in der Luft hängenden Bogen bildet und das ganze Gewicht des Schlauches allein auf dem Taue lastet. Sind Strömungen vorhanden, so muss das Tau durch angehängte Gewichte so beschwert werden, dass der

[1]) Preis der Pumpe 29 ℳ, Preis des Schlauches 1 ℳ 20 — 1 ℳ 30 Pf. pro Meter.

Schlauch trotzdem vertikal herabhängt. Das aus der Pumpe ausfliessende Wasser wurde in einem Sammelgefäss von etwa 40 Liter Inhalt aufgefangen und sofort durch Filter aus gehärtetem Papier*) filtrirt. Um diese Arbeit im Boot ausführen zu können, habe ich mir das auf Tafel III Fig. 3 abgebildete Trichtergestell konstruirt, das sich im Boot selbst bei ziemlich unruhiger See gut bewährt hat, auf einem Dampfer aber noch bei starkem Seegange verwendet werden kann. Der Blechtrichter, der zur Aufnahme von Filtern von 50 cm Durchmesser bestimmt ist und um Faltenfilter verwenden zu können, in das Lumen vorspringende Spangen als Faltenträger besitzt (sp.), ist cardanisch aufgehängt und nahe seiner Spitze durch Blei beschwert. Ein Gummischlauch leitet das abfliessende Wasser zunächst in ein Becken, aus dem es durch einen zweiten Schlauch über Bord in die See expedirt wird. Durch eine Klammer wird das ganze Gestell auf der Bank befestigt. Faltenfilter müssen angewandt werden, da sonst die Filtration viel zu viel Zeit in Anspruch nimmt; aus demselben Grunde wird man die Filter so gross wie möglich nehmen und wenn irgend möglich mehrere Filter gleichzeitig in Thätigkeit setzen. Ich bin meist mit 2 Trichtern ausgekommen, habe dann aber in der Regel einmal die alten Filter durchstossen und durch neue ersetzt. Ist eine genügende Wassermenge (75 bis 100 Liter) filtrirt, so wird der Schlauch von der Trichterspitze entfernt und ein Pillenglas mit etwas Formol unter die Spitze gehalten, das Filter mit einer Impflanzette durchstossen und der Rückstand sorgfältig in das Glas hinuntergespült. Um zu verhindern, dass das Filter während der Filtration vom Winde zusammengefaltet wird oder hin- und herflattert, wird sofort nach dem Einlegen des Filters in den Trichter ein Metallring (rg) in denselben gelegt. Diese Vorrichtung ermöglicht es bei jedem Winde und auch bei stark böigem Wetter ungestört zu filtriren.

Ist man in der Lage seine Untersuchungen an Bord eines Dampfers ausführen zu können, so empfiehlt es sich zum Heraufpumpen des Wassers den in Fig. 2 auf Taf. III abgebildeten Apparat zu verwenden. An einem kräftigen Holzgestell (g) ist sowohl die Flügelpumpe (p) wie eine kräftige, durch den Arm k drehbare Holzwinde (wd) befestigt und beide sind durch eine eiserne Uebertragungsstange so mit einander verbunden, dass eine Umdrehung der Winde zwei Bewegungen der Pumpe hervorruft. Ueber die Winde läuft aber das Tau, welches das untere Schlauchende hebt und senkt. Es wird also durch die Drehung der Kurbel (k) gleichzeitig die Hebung des unteren Schlauchendes und das Auspumpen des Wassers aus dem oberen Schlauchende besorgt und beide Funktionen mit stets einander gleicher Intensität vollzogen[1]). Drehe ich schneller, so werden beide Thätigkeiten gleich stark beschleunigt, drehe ich langsamer, so werden beide in gleicher Weise herabgesetzt. Da die Richtung, in welcher die Winde gedreht wird, für die Thätigkeit der Pumpe ohne Bedeutung ist, kann, sobald das untere Schlauchende emporgehoben ist, dasselbe durch Aenderung der Drehung sofort wieder gesenkt werden. Damit das in Bewegung befindliche Schlauchende und sein Leitungstau (e und t) nicht mit dem vertikal herabhängenden Schlauchabschnitt (sr.) sich verwickelt, wird es vortheilhaft sein, das Tau am Schiffsdeck etwas von dem Gestell fortzuführen und über eine Rolle

[1]) Volk hat bereits eine ähnliche Einrichtung auch an seinem in der Elbe angewandten Pumpapparat benutzt. (Mittheilg. Naturh. Mus. Hamburg, Bd. 18, 1901.)

durch eine Luke der Bordwand in das Wasser hinablaufen zu lassen. Im Boot habe ich das Schlauchende am Vorderende hinuntergelassen, während die Pumpe nahe dem Hinterende am Bootsrande festgebunden war. Eine Verwirrung ist bei ruhiger See auch dann nicht eingetreten, wenn 110 m Schlauch ausgelassen waren.

Aus dem Sammelgefäss, in welches die Pumpe das Wasser entleerte, wurde schliesslich, nachdem die erste Wassersäule gepumpt war und die Wassermasse gehörig durchmischt war, 1 Liter in eine Flasche gefüllt und derselben soviel Formol zugesetzt, dass eine 2% Lösung entstand. Dieses Wasser wurde nach der Rückkehr an Land durch dichten Seidentaffet filtrirt und der Rückstand ebenfalls quantitativ verarbeitet. Um die nur sehr kleine Menge des Rückstandes auf dem Filter möglichst konzentrirt zu erhalten und möglichst vollständig sammeln zu können, wurde hierzu der auf Taf. III in Fig. 1 abgebildete sehr einfache Apparat verwendet. Er besteht im Wesentlichen aus 1 Glasröhre, deren unteres Ende mit Seidentaffet verschlossen ist, indem um dasselbe ein rundes Stück Zeug mit starkem, in vielfachen Windungen herumgespannten Zwirn festgebunden wird. Die Glasröhre, die ich gebrauchte, war etwa 50 cm lang und 12 mm weit. Sie wird mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt, das anfangs leicht durch den Taffet hindurchfiltrirt. Bald aber verstopft sich das Zeug und es ist dann sehr vortheilhaft die Filtration, die sonst selbst für 1 Liter stundenlang dauert, durch die Anwendung von Druck zu beschleunigen. Mittelst eines Gummiballons lässt sich das leicht erreichen. Ist das Filter nur noch eben von Wasser bedeckt, so wird dasselbe vorsichtig losgebunden und mit einem feinen Pinsel in die Konservirungsflüssigkeit oder direkt auf die Zählplatte gepinselt. Um schnell auch an Bord eines Schiffes diese Filtration ausführen zu können, kann man mehrere dieser Röhren in einen Holzrahmen einlassen und denselben aufhängen. Für die später zu besprechenden Untersuchungen der Schöpfproben hat mir dieser Apparat sehr gute Dienste geleistet; für Vergleichsfänge aber mit Netz- und Papierfilterfängen würde ich empfehlen grössere Wassermengen (5—25 Liter) durch konische Trichter aus Seidentaffet zu filtriren, deren Spitze abgeschnitten und durch ein mit Zwirn fest eingebundenes Gläschen ersetzt ist. Die Trichter[1]) können mit einem breiten Rande aus Zinkblech versehen werden und sind dann leicht durch eine Klammer an der Bootsbank oder an der Bordwand befestigt. Auf einer längeren Seereise in diesem Jahre haben sich diese Trichter mir sehr gut bewährt.

b. Die Vergleichbarkeit solcher Paralellfänge.

Macht man mit demselben Fangapparat an ein und derselben Stelle unmittelbar hintereinander 2 Fänge, so stimmen diese nie genau in ihrer Masse und ihrem Inhalte überein. Führt man die Fänge aber wie in unserem Falle mit ganz verschiedenen Methoden aus, so nehmen diese Abweichungen noch zu. Es können also keineswegs alle Differenzen der Müllergaze-, Papier- und Seidenfilterfänge ausschliesslich auf die Durchlässigkeit der Fangstoffe oder die mechanische Zerstörung eines Theiles der Organismen durch die Apparate zurückgeführt werden. Vielmehr beruht ein Bruchtheil auf Unregelmässigkeiten in der Vertheilung des Auf-

[1]) Die von mir gebrauchten Trichter hatten einen Durchmesser von 15 cm und eine Länge von 25 cm. Die Nath kann man durch Bestreichen mit Collodiumlösung leicht dicht machen. Vergleiche pag. 23, Fig. 1.

triebs im Meer und auf Fehlern, die den einzelnen Methoden anhängen, ohne durch die Durchlässigkeit der Stoffe bedingt zu sein. Ueber die Bedeutung dieser Abweichungen muss man sich daher nothwendiger Weise vorher ein Bild machen, ehe man aus solchen Vergleichsfängen Schlüsse über den wahren Planktongehalt des Meeres zieht.

aa. Abweichungen, die dadurch entstehen, dass die Vertheilung des Planktons im Meer keine absolut gleichmässige ist.

Streng genommen ist der Grad dieser Abweichungen nur dadurch festzustellen, dass man gleichzeitig unmittelbar neben einander mit demselben Apparate mehrere Fänge macht und diese quantitativ verarbeitet. In den 1sten Tagen der Plankton-Expedition hat Hensen an 7 Stationen solche Fänge mit 2 verkoppelten Planktonnetzen im nordatlantischen Ocean ausgeführt und deren Volumina durch Absetzen bestimmt[1]). In keinem Versuche waren die Massen der beiden Vergleichsfänge gleich gross, vielmehr wichen sie, wenn das Mittel aus je 2 Fängen gleich 100 gesetzt wird, um 1,4—12,0%, im Mittel um 6,9% von diesem Mittelwerthe ab. Leider sind Zählungen solcher Doppelfänge bisher nicht veröffentlicht.

Hensen hat aber Ende 1883 und im Laufe des folgenden Jahres 61 Vergleichsfänge mit dem Planktonnetz in der Ostsee an 26 verschiedenen Punkten so ausgeführt, dass an ein und demselben Orte mit demselben Netze schnell hinter einander in genau gleicher Weise gefischt wurde[2]). Solche Fänge müssen stärker als die Doppelfänge von einander abweichen, da es unmöglich ist, mit der Hand die Schnelligkeit des Netzzuges stets genau gleich zu halten und stets durch die Strömung eine Wasserversetzung während der Ausführung der Fangserie eintreten wird. Aus diesen Fängen ergiebt sich für die flache und von Küsten so reich durchsetzte und umsäumte westliche Ostsee eine mittlere Abweichung des Fangvolumens vom Mittel um 15,88%, während die wahrscheinliche Abweichung nur 7,4% beträgt. Die Zählung wurde hier ausgeführt und ergab für die wichtigsten Organismen nach Hensens Berechnungen folgende wahrscheinliche Abweichung vom Mittel:

1. grosse Coscinodiscen	6,8%
2. Copepoden	10,3 „
3. Ceratium tripos	10,7 „
4. Oikopleura dioica	11,8 „
5. Sagitta	14,9 „
6. Podon	15,8 „
7. Cyphonautes	16,3 „
8. Evadne	17,4 „
9. Synchaeta	35,3 „

Da es vom allergrösstem Interesse ist den Betrag der Schwankungen zu kennen, denen die Auftriebsorganismen in solchen Vergleichsfängen unterliegen, habe ich für die grösste Serie von Fängen in nebenstehender Tabelle die Zahlen, ihre Abweichungen von den Mittelwerthen

[1]) Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. 1, pag. 33.
[2]) Hensen, Über die Bestimmung des Planktons, 1887, pag. 23 u. Fangverzeichniss IV.

Tabelle IIa.

Analyse von 8 Vertikalfängen, welche am 30. September 1884 bei Bülk vom verankerten Schiffe aus[1]) auf 19 m Tiefe ausgeführt wurden. (Hensen, loc. cit. Fangverz. IV.)

Bezeichnung der Organismen	Zahlen für Volumen der Fänge und Individuen der Arten								
	Fang-Nr.:								
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Mittel
Volumen (in cubcm.)	8,95	8,42	*6,32*	9,47	11,05	7,37	11,05	**11,58**	9,27
Nodularia littoralis	202020	277980	160100	**338990**	254820	266460	209120	*17104*	215824
Botryococcus pelagicus	?	*34*	101	44	47	**149**	67	66	73
Pleurosigma angulatum	—	—	—	—	—	**414**	—	—	51
Nitschia closterium	—	—	—	—	—	—	**435**	—	54
Denticella mobiliensis	2558	*2086*	2689	4182	**4862**	3800	2887	4055	3389
Pyxilla baltica	**3779**	1043	608	1414	*519*	854	1007	1378	1325
Coscinodiscus, klein	2978	2720	*677*	3565	2955	**3825**	3056	3492	2908
„ gross	1146	659	*164*	1474	**1816**	1291	1419	1368	1167
Rhizosolenia alata	113830	**158750**	*88530*	145050	156130	117420	155150	120100	131870
Chaetoceras	8157	?	5607	**30928**	8942	4326	*1242*	15863	10723
Peridinium divergens	56674	*35595*	44670	52724	55031	45531	77984	**87838**	57051
Ceratium fusca	—	?	*715*	?	4023	3368	**6972**	5024	4020
„ *fusus*	841020	1155500	*801520*	1386800	**1997000**	810000	1629100	1324700	1243205
„ **tripos baltica**	16837000	17237000	*11480000*	14572000	18722000	11523000	16984000	**21527000**	16110250
„ „ tergestina	7736	5939	11862	*4265*	8966	6429	11329	**13245**	8696
Tintinnus ventricosus und urniger	88	—	101	246	—	233	—	**815**	185
„ subulatus	46059	29823	31587	52499	*15757*	26697	**57736**	37842	37250
„ *acuminatus*	132	—	—	123	**640**	310	207	72	185
„ **fistularis**	4190	*2619*	3398	5661	**8104**	4918	3962	4464	4664
„ *serratus*	485	*171*	304	615	**713**	398	604	288	447
Codonella campanula	*1146*	1478	1623	1783	**3047**	2334	1578	1759	1843
Synchaeta baltica	485	227	*82*	861	**973**	795	437	191	506
Cyphonautes	1411	1649	*1166*	**2028**	1297	1341	1544	1871	1538
Ascidienlarven	—	—	—	—	10	**40**	12	10	9
Oikopleura dioica	7541	7900	*5369*	9594	**9984**	6160	8018	8131	7837
Schlangenstern-Larve (Ophiogl. albida)	**133**	26	43	*13*	32	40	35	19	42
Planarien	4454	3931	3551	3934	4085	*2484*	4130	**5364**	3991
Larve von Polynoë	—	—	—	6	—	—	**12**	—	2
„ „ *Polydora*	—	—	10	—	—	—	**12**	—	3
„ „ *unbestimmt. Wurm.*	13	**44**	—	—	32	27	29	10	19
Sagitten	**459**	212	116	164	180	*47*	203	314	212
Larven von Schnecken	1146	1253	*668*	799	**1556**	754	1075	791	1005
„ „ **Muscheln**	3440	2063	*1877*	2398	**3694**	1888	2652	2196	2526
„ „ *Cirripedien*	—	6	—	—	16	—	17	**28**	8
Evadne	**687**	478	226	348	252	*135*	441	361	366
Podon	369	253	188	246	290	*154*	372	**389**	282
Copepoden, erwachsen	54514	41469	*31419*	35851	**68483**	31684	51635	48555	45451
„ **Larven**	?	?	?	?	102450	*81620*	**111760**	109580	101352
Larven von Mysis	?	?	?	?	17359	*11702*	**17647**	16954	15915
Eier von Sagitta	13	—	einig.	—	23	27	17	**28**	15
„ „ **Copepoden, isolirt**	?	5083	7850	7141	*4733*	6205	**13726**	6496	7319
„ „ „ in Eiersäcken	6283	*1955*	3551	9145	6678	6011	**13072**	6351	6630
Dornige Cyste	6172	*3880*	4160	8622	7647	7604	10287	**10483**	7357

[1]) Es bestand eine starke O. S. O.-Strömung, nach deren Schnelligkeit man eine Wasserversetzung von 500 m nach jedem Netzzuge annehmen kann. Die Zahlen sind auf 20 m umgerechnet. (cfr. Hensen, Ueber die Bestimmung des Planktons, 1887, pag. 23 u. Fangverzeichniss IV.)

Tabelle IIb.

Analyse von 8 Vertikalfängen, welche am 30. September 1884 bei Bülk vom verankerten Schiffe aus auf 19 m Tiefe ausgeführt wurden. (Hensen, loc. cit. Fangverz. IV.)

Bezeichnung der Organismen	Abweichungen der in Tabelle IIa aufgeführten Zahlen vom Mittel									
	Fang-Nr.:								mittl. Abw.	wahrsch. Abw.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.		
Volumen (in cubcm.)	— 3,5	— 9,2	**— 32,0**	*+ 2,1*	+ 19,2	— 20,5	+ 19.2	+ 25,0	± 16,3	**± 19,2**
Nodularia littoralis	— 6,4	+ 29,0	— 26,0	+ 57,0	+ 18,1	+ 23,5	*— 3,0*	**— 92,0**	± 32,0	± 25,0
Botryococcus pelagicus	?	*— 53,5*	+ 38,5	— 39,5	— 35,5	+ 104,0	— 8,5	— 9,5	± 41,3	*+ 38,5*
Pleurosigma angulatum	—	—	—	—	—	+ 711,5	—	—	*± 711,5*	
Nitzschia closterium	—	—	—	—	—	—	+ 705,5	—	*± 705,5*	
Denticella mobiliensis	— 24,5	— 38,5	— 20,5	+ 23,5	**+ 43,5**	*+ 12,0*	— 15,0	+ 19,5	± 24,5	± 22,0
Pyxilla baltica	**+ 185,0**	— 21,5	— 54,0	+ 6,5	— 61,0	— 35,5	— 24,0	*+ 4,0*	± 49,0	± 30,0
Coscinodiscus, klein	— 2,5	— 6,5	**— 77,0**	+ 22,5	*+ 1,5*	+ 31,5	+ 5,0	+ 20,0	± 21,0	**± 13,3**
„ gross	*— 2,0*	— 43,5	**— 86,0**	+ 26,5	+ 55,5	+ 10,5	+ 21,5	+ 17,0	± 33,0	± 24,0
Rhizosolenia alata	— 13,5	+ 20,0	**— 33,0**	+ 10,0	+ 18,5	— 11,0	+ 17,5	*— 9,0*	± 16,5	**± 15,5**
Chaetoceras	— 24,0	?	— 47,5	**+ 188,5**	*— 16,5*	— 59,5	— 88,5	+ 48,0	± 67,5	*± 48,0*
Peridinium divergens	*— 1,0*	— 38,0	— 21,5	— 7,5	— 3,5	— 20,0	+ 36,5	**+ 54,0**	± 23,0	± 21,0
Ceratium furca	—	?	**— 82,0**	?	*— 0,1*	— 16,0	+ 73,0	+ 25,0	± 39,0	± 25,0
„ *fusus*	32,5	— 7,0	— 35,5	+ 11,5	**+ 61,5**	— 35,0	+ 31,0	*+ 6,5*	± 27,5	*± 32,0*
„ **tripos baltica**	*+ 4,5*	+ 7,0	— 29,0	— 9,5	+ 16,0	— 28,5	+ 5,5	**+ 33,5**	± 16,5	**± 13,0**
„ „ tergestina	— 11,0	— 31,5	+ 36,5	— 51,0	*+ 3,0*	— 26,0	+ 30,0	**+ 52,0**	± 30,0	± 31,0
Tintinnus ventricosus und urniger	— 52,5	—	— 45,5	+ 33,0	—	*+ 26,0*	—	**+ 340,5**	± 99,5	*± 45,5*
„ subulatus	+ 23,5	— 20,0	— 15,5	+ 41,0	**— 58,0**	— 28,5	+ 55,0	*+ 1,5*	± 27,5	± 26,0
„ *acuminatus*	— 28,5	—	—	— 33,5	**+ 246,0**	+ 67,5	*+ 12,0*	— 61,0	± 75,0	*± 47,0*
„ **fistularis**	— 10,2	— 44,0	— 27,2	+ 21,5	**+ 74,0**	+ 5,5	— 15,0	*— 4,5*	± 25,0	**± 18,0**
„ *serratus*	*+ 8,5*	**— 62,0**	— 32,0	+ 37,5	+ 59,5	— 11,0	+ 35,0	+ 35,5	± 35,0	*± 35,0*
Codonella campanula	— 38,0	— 20,0	— 12,0	— 30,5	**+ 65,6**	+ 26,5	— 14,5	*— 4,5*	± 26,5	± 23,0
Synchaeta baltica	*— 4,0*	— 55,0	— 84,0	+ 70,0	**+ 92,0**	+ 57,0	— 13,5	— 62,5	± 59,0	*± 60,0*
Cyphonautes	— 8,0	+ 7,5	— 24,0	**+ 31,5**	— 15,5	— 12,5	*+ 1,0*	+ 22,0	± 15,0	**± 14,0**
Ascidienlarven	—	—	—	—	*+ 0,1*	**+ 344,0**	+ 33,5	*+ 0,1*	± 94,5	**± 17,0**
Oikopleura dioica	— 4,0	*+ 1,0*	**— 32,5**	+ 22,5	+ 27,5	+ 21,5	+ 2,5	+ 3,5	± 14,5	**± 13,0**
Schlangenstern-Larve (Ophiogl. albida)	**+ 216,5**	— 38,0	*+ 2,5*	— 69,0	+ 24,0	— 5,0	— 16,5	— 55,0	± 53,5	± 31,0
Planarien	+ 11,5	*— 1,5*	— 11,0	*— 1,5*	+ 2,5	**— 38,0**	+ 3,5	+ 34,5	± 13,0	**± 7,0**
Larve von Polynoë	—	—	—	*— 200,0*	—	—	**+ 500,0**	—	± 350,0	*± 350,0*
„ „ *Polydora*	—	—	*+ 233,5*	—	—	—	**+ 300,0**	—	± 266,5	*+ 266,5*
„ „ *unbestimmt. Wurm*	*— 31,5*	**+ 131,5**	—	—	+ 68,5	+ 42,0	+ 52,5	— 47,5	± 62,0	*± 50,0*
Sagitten	**+ 116,5**	*± 0,0*	— 45,5	— 22,5	— 15,0	— 78,0	— 4,5	+ 48,0	± 41,0	*± 34,0*
Larven von Schnecken	+ 14,0	+ 24,5	— 33,5	— 20,5	**+ 55,0**	— 25,0	*+ 7,0*	— 21,5	± 25,0	± 23,0
„ „ **Muscheln**	+ 36,0	— 18,5	— 26,0	*— 5,0*	**+ 46,0**	— 25,5	*+ 5,0*	— 13,0	± 22,0	± 22,0
„ „ *Cirripedien*	—	*— 92,5*	—	—	+ 100,0	—	+ 112,5	**+ 250,0**	± 81,0	*± 106,0*
Evadne	**+ 88,0**	+ 30,5	— 38,5	— 5,0	— 31,0	— 63,0	+ 20,5	*— 1,5*	± 35,0	± 31,0
Podon	+ 31,0	— 10,5	— 33,5	— 13,0	*+ 3,0*	**— 45,5**	+ 32,0	+ 38,0	± 26,0	± 31,0
Copepoden, erwachsen	+ 20,0	— 9,0	— 31,0	— 21,0	**+ 50,5**	— 30,5	+ 13,5	*+ 7,0*	± 23,0	**± 20,0**
„ **Larven**	?	?	?	?	*+ 1,0*	**— 19,5**	+ 10,0	+ 8,0	± 9,5	**± 9,0**
Larven von Mysis	?	?	?	?	+ 9,0	**— 26,5**	+ 11,0	*+ 6,5*	± 13,0	**± 10,0**
Eier von Sagitta	— 13,7	—	v.	—	— 53,5	**+ 80,0**	*+ 13,5*	+ 86,5	± 49,5	*± 53,5*
„ „ **Copepoden, isolirt**	?	— 30,5	+ 7,5	*— 2,5*	— 35,5	— 15,0	**+ 87,5**	— 11,5	± 27,0	**± 15,0**
„ „ „ in Eiersäcken	— 5,5	— 70,5	— 46,5	+ 38,0	*+ 1,0*	— 9,5	**+ 97,0**	— 4,5	± 34,0	± 24,0
Dornige Cyste	— 16,0	**— 47,5**	— 43,5	+ 17,0	+ 4,0	*+ 3,5*	+ 40,0	+ 42,5	± 27,0	± 28,5

und die mittleren und wahrscheinlichen Fehler für alle in den betreffenden Fängen gefundenen Organismen zusammengestellt und berechnet. Es sind 8 Fänge die vor dem Kieler Hafen auf 19 m tiefem Wasser im September 1884 vom verankerten Schiffe aus gemacht sind. Da ein ziemlich starker Strom (O. S. O., also der Küste entlang streichend) herrschte, wurde mit jedem Netzzuge eine neue Wassermasse abgefischt. Es mag wohl darauf zurückzuführen sein, dass die Abweichungen vom Mittel in dieser Serie durchschnittlich etwas grösser sind, als bei den übrigen Vergleichsfängen.

Die kleinste wahrscheinliche Abweichung zeigten:

1. Planarien 7,0%
2. Copepoden, erwachsene . . . . . 9,0 „
3. „ Larven . . . . . 10,0 „
4. Ceratium tripos baltic . . . . . 13,0 „
5. Oikopleura dioica . . . . . 13,0 „
6. Coscinodiscen, kleine . . . . . 13,3 „
7. Cyphonautes . . . . . 14,0 „
8. Eier von Copepod., isol. . . . . 15,0 „
9. Rhizosolenia alata . . . . . 15,5 „

Stellt man alle wahrscheinlichen Abweichungen der 43 verschiedenen Formen zusammen, so ist die wahrscheinlichste unter diesen eine solche von 24,5% (mit den 5 extremen Werthen von mehr als 100% Abweichung 26,0%). Danach kann man als kleine Abweichungen solche von 7—20%, als mittlere solche von 21—31%, als grosse 32—60% und als extreme Abweichungen solche von mehr als 60% betrachten. Die letzteren treffen nur die seltneren Formen, die bloss in einem Theile der Fänge überhaupt erbeutet wurden. Auch die grossen Abweichungen fallen noch zum Theil auf solche spärlich vorhandenen Arten; aber Chaetoceras, Ceratium fusus, Tintinnus serratus, Synchaeta baltica und Sagitta sind regelmässig und zum Theil in grosser Zahl gefangen und weisen trotzdem eine grosse Abweichung auf. Die Abweichungen vom Mittel sind über die einzelnen Fänge ganz ungleich vertheilt; jeder Fang enthält gleichzeitig maximale und minimale Abweichungen, jeder Fang zeigt positive und negative Abweichungen. Im Allgemeinen überwiegen die negativen (192 posit. gegen 145,), am stärksten im Fang Nr. 3, wo auf 36 negative nur 5 positive kommen, am wenigsten in Fang Nr. 7, der 32 positive und nur 12 negative Abweichungen aufweist.

Man erhält also, selbst wenn man mit völlig gleich grossen und gleich gebauten Netzen mit gleicher Schnelligkeit, fast an gleichem Ort und fast zu gleicher Zeit fischt, nie absolut gleiche Fänge. Stets wird das Volumen ein etwas verschiedenes sein, stets wird auch die Individuenzahl der einzelnen Arten mehr oder weniger stark differiren. Bei den selteneren Arten können Abweichungen von ± 700%, bei den häufigeren Formen von ± 100 oder selbst ± 200 vorkommen; aber in der Regel werden die Differenzen sehr viel geringer sein und sich zwischen ± 20 und 30% bewegen. Ceratium tripos, Copepoden und Oikopleura dioica scheinen besonders gleichmässig im Wasser vertheilt zu sein und besonders gleichmässig erbeutet zu werden.

bb) Abweichungen, die durch den Fangmethoden anhaftende Fehler entstehen, aber nicht auf der Durchlässigkeit der Fangstoffe beruhen.

Wird das Wasser, dessen Gehalt an Organismen untersucht werden soll, erst geschöpft und darauf filtrirt, so kann man seine Menge direkt messen. Bei dem Netzzuge ist das leider nicht möglich. Man muss entweder aus den physikalischen Bedingungen des Netzzuges die filtrirte Wassermenge berechnen oder durch Vergleichsfänge mit Schlauch und Pumpe dieselbe feststellen, oder endlich in dem Netzeingange einen Apparat anbringen, der die Menge des hindurchfliessenden Wassers registrirt. Alle 3 Methoden sind angewandt, aber keine ist bisher völlig einwandfrei. Die erste ist von Hensen durch ausgedehnte Experimente und Untersuchungen ausgebildet und dient meist zur Ermittelung der Wassermenge. Sie beruht aber auf der Konstanz der Filtrationsgrösse des Netzzeuges und auf der Genauigkeit, mit der sich aus der Zuggeschwindigkeit und einigen anderen Faktoren der Druck am Netzeingange und das Druckgefälle im Netze feststellen lässt. Eine Verstopfung des Netzzeuges ruft einen nicht kontrollirbaren Fehler hervor, da dadurch sowohl die Filtration des Zeuges wie der Druck im Netze verändert wird. In allen Fällen, wo man daher diese Methode anwenden will, muss sorgfältig eine Verstopfung des Netzes vermieden und genau die Zuggeschwindigkeit festgestellt werden. Unter diesen 2 Voraussetzungen, die leider keineswegs immer beobachtet werden, scheint aber der von Hensen für seine Netze berechnete Filtrations-Koëfficient einen ausreichenden Grad von Genauigkeit zu besitzen. Allerdings hat die Berechnung des Koëfficienten erst seit 1895 durch die Einführung eines Druckgefälles im Netze an Stelle eines mittleren Druckes eine sichere Grundlage erhalten und ist seitdem durch Experimente mit Netzen verschieden weiter Oeffnungen stetig weiter präcisirt. Für das grosse Plantonnetz gab Hensen 1895 für eine Zuggeschwindigkeit von 1 m in 2‴ ein ψ[1]) von 1,80 an; in letzter Zeit (1901) ist dieser Werth aber genauer zu **1,34** festgestellt. Für das mittlere Netz, welches nur eine Eingangsöffnung von 155,3 qcm Fläche hat, berechnete ich nach den älteren Angaben in der „Methodik“ ein ψ von 1,77, fand aber durch Vergleich mit Fängen, die mit Pumpe und Schlauch ausgeführt waren, dass dies ψ richtiger zu **1,39** angenommen wird.

Es bestätigte also die zweite Methode, die oben genannt wurde, durchaus die erste von Hensen ausgebildete Methode. Im Einzelnen gestaltete sich dieser Nachweis der Wassermenge durch Vergleichsfänge folgendermassen: Am 19. December wurde östlich von Syrakus auf sehr tiefem Wasser (bis zu 1000 m tief) vom still liegenden Boote aus zunächst ein 110 m langer Schlauch senkrecht hinabgelassen und das durch denselben heraufgeförderte Wasser sofort durch gehärtete Filter (von 50 cm Durchmesser) die in Trichtern mit cardanischer Aufhängung lagen, filtrirt. Da die See spiegelglatt war, der Schlauch senkrecht stand und die Pumpe gut funktionirte, konnten 79 Liter auf diese Weise filtrirt werden. An der gleichen Stelle wurde darauf ein Vertikalzug mit dem mittleren Planktonnetz ausgeführt; durch ein Versehen in der Messung wurde hierbei das Netz aber statt 110 m nur 104 m hinuntergelassen, so dass die Länge der durchfischten Wassersäule 6 m kürzer ist als bei dem Fange mit Pumpe und

[1]) Filtrationscoefficient wie er sich unter Berücksichtigung des Druckgefälles ergiebt (Hensen, Methodik, pag. 96—98, 1895).

Schlauch. Beide Fänge wurden konservirt und nach Hensens Methode gezählt. In der untenstehenden kleinen Tabelle sind nun für die grösseren, auch mit Müllergaze Nr. 20 noch vollständig oder fast vollständig zurückgehaltenen Organismen die Zahlen aus beiden Fängen neben einander gestellt. Sie sind ihrer Häufigkeit nach geordnet, da im Allgemeinen die Zuverlässigkeit der Zählung mit der Menge der gezählten Individuen zunimmt. Nur die Appendikularien sind gesondert gestellt, weil die für sie gefundenen Zahlen vollständig von allen anderen abweichen und daher ausgeschieden werden müssen. Auf die Ursache dieses merkwürdigen Verhaltens werde ich bei der Besprechung der einzelnen Organismengruppen zurückkommen. Von den übrigen 9 Werthen halten sich die auf einem reicheren Materiale beruhenden zwischen 13,0 und 16,0, und nur die beiden letzten Zahlenreihen gehen mit 17,0 und 19,0 über diese Grenze noch hinaus. Der Durchschnitt für den Koëfficienten der 7 ersten Formen ergiebt 14,5, denselben Werth, den die Calaniden zeigen, und einen etwas höheren als den von Ceratium tripos. Nehmen wir diese Zahl als richtig an, so hätte das Netz während des Netzzuges 79. 14,5 = **1145,5** Liter Wasser filtrirt oder in 1 Sekunde $5^1/_2$ Liter.

Die Berechnung der filtrirten Wassermenge nach Hensen ergiebt auf der anderen Seite

Tabelle III.

Die häufigsten unter den grossen Planktonorganismen.	Durch Zählung gefundene Werthe für		Verhältniss der Werthe beider Fänge zu einander.
	Schlauch 79 Liter.	Netz ? Liter.	
1. Ceratium tripos alle	94	1311	1 : *14,0*
2. Acanthometriden alle	78	1242	1 : 16,0
3. Ceratium tripos curvatum alle . . .	62	952	1 : 15,5
4. Calaniden, erwachsen	58	837	1 : *14,5*
5. Sphaeroideen alle	22	293	1 : 13,5
6. Vermes alle	22	286	1 : 13,0
7. Ceratium fusus lang	7	112	1 : 16,0
8. Pyrocystis rund	4	76	1 : 19,0
9. Pteropoden alle	3	51	1 : 17,0
10. Appendicularien	36	117	1 : 3,5

1232 Liter bei einem ψ von 1,3 für das mittlere Planktonnetz.[1]) Ermittelt man umgekehrt den Werth von ψ aus dem Ergebniss des Vergleichsfanges mit dem Schlauch, so erhält man 1,399. Die beiden so gefundenen Wassermengen ergeben ein Mittel von 1188 Litern und weichen um $\pm$ 3,6 % von diesem Mittel ab. Für ψ würde der mittlere Werth 1,35 betragen, also fast mit dem von Hensen 1901 für das grosse Netz gefundenen Werth zusammenfallen.

[1]) Dieser neue Werth für ψ ist so gefunden, dass ich das Verhältniss zwischen dem alten und neuen Werthe dieses Koëfficienten für das grosse Netz dem Verhältniss zwischen dem früheren und dem noch nicht berechneten exakteren Werth für das mittlere Planktonnetz als gleich angenommen habe. Mit dem grossen Planktonnetz hat Hensen experimentirt, mit dem mittleren sind bisher solche Versuche nicht ausgeführt. Man erhält also ψ gr. : ψ gr.' = ψ m. : ψ m.' oder 1,801 : 1,359 = 1,726 : x oder x = 1,302. Von den in der Gleichung gebrauchten Grössen ist 1,801 und 1,359 von Hensen (Methodik, 1895, p. 100 und Quantitat. Bestimmung klein. Planktonorg. 1901, p. 78), 1,726 von mir nach der Hensen'schen Methode speziell für den vorliegenden Fang berechnet.

Wo also eine die Filtration störende Verstopfung des Netzzeuges nicht zu befürchten ist, die Schnelligkeit des Aufzuges genügend kontrollirt wird und das Netz nicht durch zu langen Gebrauch geschrumpft und durch Reste früherer Fangmassen verstopft ist, wird man sich auf den Hensen'schen Koëfficienten wohl verlassen können, nach welchem das Netz bei einem Zuge von 1 m in 2‴ statt 100 Litern, die es seiner Eingangsöffnung nach durchlassen sollte, nur 74 Liter filtrirt. Trotzdem wäre es sehr wünschenswerth, dass man eine direkte Messung der durch den Netzeingang hindurchgetretenen Wassermenge ausführen könnte. Dass eine gewisse Verstopfung fast immer eintritt und dass dieselbe bei reicherem Fange stärker ist als bei ärmeren Fängen, das beweisen, wie Hensen 1901 ausführlich gezeigt hat, die vielen kleinen Organismen, die ihrer Grösse nach die Maschen der Gaze ohne Weiteres passiren müssten, aber doch in geringerer oder grösserer Menge zurückgehalten werden. Hat nun auch gewöhnlich diese am oberen Rande des Netzes beginnende Verstopfung keinen störenden Einfluss auf die Anwendbarkeit des Koëfficienten, so könnte man doch durch direkte Messung des Einstromes den Einfluss dieses Faktors genau verfolgen und man wäre auch bei grossem Reichthum des Wassers an Schwebstoffen vor einem Irrthum in der Bestimmung der filtrirten Wassermenge gesichert. Hensen hat daher eine mit Zählwerk versehene Turbine in den Eingang des Netzes einfügen lassen, aus deren Umdrehungszahl die Wassermenge, die durch sie hindurchgeströmt ist, festgestellt werden soll. Der Apparat ist aber noch nicht ausreichend geprüft, um für exakte Untersuchungen verwandt werden zu können. (Hensen, 1901, Quantit. Bestimmung kleinerer Planktonorg., p. 76—77, Wiss. Meeresunt., Bd. V, 1901.)

Volk[1]) hat im Süsswasser (Ratzeburger See) ganz ähnliche Vergleichsfänge mit Netzzug und Pumpe angestellt und ist dabei zu einem scheinbar vollständig anderem Resultate gekommen, nämlich dass Hensens Koëfficient viel zu grosse Wassermassen ergiebt und folglich ganz unbrauchbar ist. Er fand nämlich, indem er unmittelbar hinter einander an derselben Stelle des kleinen holsteinischen Sees mit einem Vertikalzuge mit dem Plantonnetze und darauf mit Schlauch und Pumpe aus derselben Wassersäule einen Fang machte, für die grossen Organismen, die sicher nicht die Maschen des Netzzeuges passiren können (Muschellarven, Chadoceren, Rotatorien), in dem Pumpfange 5—7mal so viel, wie in dem Netzfange, während die Zahlen der kleineren Organismen, die leicht durch das Netzzeug entschlüpfen können, in ihm vielfach 10-, ja in einem Falle selbst 35mal so hoch wie in dem mit dem Vertikalzuge gewonnenen Materiale waren. Volk filtrirte auch das Pumpwasser durch dieselbe Müllergaze, aus der das Netz verfertigt war, so dass auf den ersten Blick dieses Ergebniss allerdings höchst überraschend erscheint. Dennoch erklärt es sich sehr einfach daraus, dass bei dem Netzzuge das sehr reiche Plankton des Binnensees das Netzzeug sehr schnell mit Fang verstopft hat, worüber Volk in seiner Arbeit klagt. Nun ist aber der Coëfficient von Hensen nur berechnet unter der Voraussetzung, dass der Fang keine Verstopfung herbeiführt. Er darf also auch nur in solchen Fällen, wo dies ausgeschlossen ist, angewandt werden, wie ich schon früher Kofoid gegenüber habe hervorheben müssen. Im Meere ist die Gefahr der Verstopfung nicht so gross wie im Süsswasser, wo die Resultate der quantitativen Plankton-

[1]) Mittheilg. Naturh. Museum Hamburg, Bd. 18. 1901.

forschung zweifellos in sehr starkem Grade hierdurch beeinträchtigt werden. Volk musste also selbstverständlich, wenn er falscher Weise die Verstopfung nicht berücksichtigte, die vom Netz während des Zuges filtrirte Wassermasse um so viel zu hoch finden, als die Verstopfung den Filtrationswiderstand erhöht hatte. In dem von ihm angeführten Falle war eben in Folge der Verstopfung nur ein kleiner Bruchtheil derjenigen Wassermenge vom Netze filtrirt, die bei fehlender Verstopfung filtrirt sein würde. Wie gross dieser Bruchtheil gewesen ist, wird man schwer feststellen können; denn offenbar ist die Zusammensetzung des Auftriebs, wie das in flachen und küstenreichen Binnenseeen erklärlich ist, keine ganz gleiche in beiden Fängen gewesen. Relativ am meisten ist im Allgemeinen von den grösseren mit Eigenbewegung versehenen Organismen, wie den Copepoden und Cladoceren, gefangen, während die kleinen Auftriebspflanzen nur $^1/_{10}$ oder gar $^1/_{30}$ der wahren Masse repräsentiren. Wahrscheinlich sind diese in der grössten Menge in den oberen Wasserschichten angehäuft gewesen, wo das Netz bereits vollständig verstopft war, während die Thiere mehr gleichmässig durch alle Schichten vertheilt waren.

Man könnte schliesslich noch daran denken, dass der Reibungswiderstand, den die Schlauchwand dem Wasserstrome entgegensetzt, eine Aenderung in der Zusammensetzung des Fanges hervorrufen würde. Denn nothwendigerweise wird der centrale Strom im Schlauche stärker sein als die peripheren Schichten. Aber man braucht sich nur den Inhalt des Schlauches während des Pumpens in verschiedene koncentrisch selbstständig nebeneinander herlaufende Ströme zerlegt zu denken, um sofort einzusehen, dass hierdurch nur die Wassermenge, welche jeder dieser Ströme in der Zeiteinheit fördert, eine verschieden grosse wird, die Gleichmässigkeit der Abfischung der ganzen Wassersäule dadurch aber in keiner Weise berührt wird. Aus jedem kleinsten Abschnitt der Wassersäule wird bei gleichmässigem Heben und Senken des Schlauchendes die gleiche Wassermenge entnommen, nur fliesst der grösste Theil derselben in dem Axenstrome empor, der kleinere Theil in den peripheren Strömen. Es wäre höchstens denkbar, dass einige mit energischer Eigenbewegung versehene Organismen sich dem schwachen Wandstrome beim Eintritt in den Schlauch entzögen; hierfür liegen aber bisher keine Anhaltspunkte vor. Alle Formen aber mit geringerer Energie oder ohne Eigenbewegung müssen ebenso gut mit dem Schlauchstrome gefangen werden wie auf irgend eine andere Weise.

c) Die Durchlässigkeit und sonstige Beschaffenheit der Fangstoffe:

Auf Tafel IV sind in Fig. 7, 8 und 9 drei gleich grosse Stücke von Müllergaze Nr. 20, Schleicher & Schülls Papierfilter und dem von mir verwendeten Seidentaffet bei gleichstarker Vergrösserung dargestellt. Es treten dadurch die charakteristischen Unterschiede der drei Stoffe sehr scharf hervor. Während Müllergaze und Taffet ein sehr regelmässiges Gewebe darstellen, bildet das Papierfilter ein ganz wirres schwammartiges Gerüstwerk von Papierfasern. Während demnach alle Organismen, die durch die beiden Zeugarten nicht hindurch zu schlüpfen vermögen, auf der Oberfläche derselben liegen bleiben werden und später leicht abzuspülen sind, wird bei dem Papierfilter ein Theil dieser Formen zwischen die Maschen des Balkenwerkes selbst eintreten und hier festgehalten werden. Aber auch die auf der Oberfläche des

Papiers liegengebliebenen Organismen werden in Folge der Unebenheiten schwerer abzuspülen sein als von den Zeugen. Vor allem werden sehr empfindliche nackte Protozoen und kleine Flagellaten unrettbar verloren sein, sobald sie durch den Filtrationsstrom in das Balkenwerk der Papiermasse hineingerissen werden. Erst wenn eine dünne Lage von Auftrieb das Papier bedeckt, werden auch diese Formen tadellos erhalten bleiben. Im Allgemeinen wird also ein Fangstoff aus Seidengewebe wegen der Regelmässigkeit seiner Struktur und der Glätte der Fäden dem Papierfilter vorzuziehen sein.

Keiner der genannten drei Stoffe ist vollkommen dicht. Die Müllergaze ist sogar ein durchbrochenes Gewebe mit relativ recht grossen Maschen von unregelmässig fünfeckiger Form. Die grössten Durchmesser der Maschen haben bei ungebrauchten Zeugproben Längen zwischen 52 und 115 μ. Am häufigsten sind dieselben 70—98 μ lang (in 85 % der Fälle). Bei längerem Gebrauch kann aber die Lochweite sich erheblich verringern. Färbt man ein Stück Papierfilter intensiv mit Haematoxylin, so dass die ganze Papiermasse fast schwarz aussieht, und untersucht dann dasselbe unter dem Mikroskop, so wird man regelmässig eine Anzahl Stellen entdecken, an denen man direkt durch dasselbe hindurchsieht, weil die Fasern kleine Lücken frei lassen und noch andere Punkte, an denen in schräger oder gewundener Richtung Gänge die Filtermasse durchsetzen. Diese Lücken sind nicht sehr zahlreich und nicht sehr gross, sie erklären aber vollständig, weshalb man noch in dem Abflusswasser der Filter kleinste Diatomeen und zahlreiche Flagellaten und andere kleine Protozoen findet. Am dichtesten ist das Gefüge des Seidentaffets. Bekanntlich charakterisirt sich das Taffetgewebe[1]) dadurch, dass jedem Faden immer nur 1 Nachbarfaden über- oder unterlagert und nie 2 oder mehr Fäden von einem gedeckt oder getragen werden. Gerade dadurch wird es möglich, das Taffetgewebe sehr dicht und sehr fest zu weben. Bei den billigeren und leichteren Sorten lassen die Fäden erhebliche Lücken zwischen sich, bei den schwereren und theureren Arten aber rücken sie dicht aneinander. Nur diese letzteren Gewebe sind für unsere Zwecke brauchbar; eine ganz bestimmte Sorte anzugeben, ist unnöthig, da jedes grössere Seidenhaus eine grössere Auswahl passender Gewebe vorräthig hat. Man lasse sich mehrere Proben geben, prüfe diese unter dem Mikroskop auf die Echtheit der Seide und die Dichtigkeit des Gewebes und wähle danach aus. Hier und da wird man auch in diesen schweren Taffetsorten feine Spalten zwischen den Fäden finden (l in Fig. 9), sie sind aber sehr spärlich und sehr klein. Bei der der Filtration setzen sie sich daher schnell mit Fang zu.

Man wird also die geringsten Verluste an Auftrieb bei der Verwendung von Seidentaffet haben, den grössten natürlich bei dem Gebrauche der weitmaschigen Müllergaze Nr. 20. Trotzdem hält auch die letztere noch viel mehr kleinste Planktonorganismen zurück, als man nach der Weite ihrer Maschen erwarten sollte, da das Fadenwerk nicht weniger als $^8/_{10}$ der Stückfläche ausmacht, während auf die Löcher nur $^2/_{10}$ kommt. Diese Wirkung wird noch verstärkt durch die Knotung der Fäden, die die Hälfte aller Fadenkreuze ausserordentlich geeignet macht, kleinste Organismen festzuhalten.

[1]) Das Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien, 9. Auflage, Bd. 8, pag. 358 u. ff. 1898. (Otto Spamer's Verlag.)

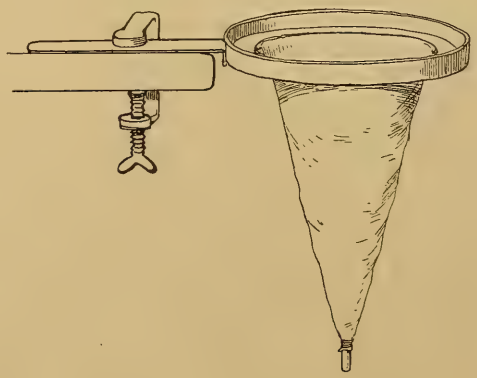
2. Die Untersuchung von kleinen Wassermengen, die mit Meyer'scher Flasche oder dem Krümmel'schen Apparate geschöpft wurden.

Selbst in einem Meere, dessen tief blaues Wasser, wie das des Mittelmeeres, nur verhältnissmässig wenig Auftrieb enthält, reicht schon 1/4, jedenfalls aber 1 Liter Wasser aus, um die Art und Zahl der kleinsten Planktonorganismen festzustellen. Die Tabelle auf pag. 2 (Einleitung), deren Angaben durchgehend auf der Untersuchung solch geringer Wassermengen beruhen, legt den Beweis hierfür ab und zeigt zugleich, dass sich auf diese Weise ein klares Bild von der vertikalen Verbreitung des Mikroplankton hat gewinnen lassen. Fortgesetzte Untersuchungen derselben Art in verschiedenen Jahreszeiten würden auch die jahreszeitlichen Verschiedenheiten des Auftriebs der Oberfläche oder einer anderen Meeresschicht ergeben.

Diese Erfahrung, die ich allmählich während meiner syrakusaner Untersuchungen machte, veranlasste mich, da mir vor allem an einer quantitativen Bestimmung des Mikroplankton lag, und ein für den Fang dieser Formen geeignetes Netz noch nicht existirte, mit der Meyer'schen Schöpfflasche (Jahresber. der Kommission z. Unters. Deutsch. Meere, 1871 pag. 5) und einem nach Pettersons Angaben konstruirten, aber von Krümmel verbesserten Schöpfapparat, für dessen Ueberlassung und Nachsendung nach Syrakus ich den Herren Professoren Krümmel und Brandt noch ganz besonders danken muss, Wasserproben von etwa 1 Liter Umfang von der Oberfläche und aus verschiedenen Tiefen zu entnehmen. Anfangs filtrirte ich dieselben durch kleine Filter aus gehärtetem Papier, deren Spitze ich an der Innenfläche etwa 1 cm hoch mit Wachs bestrich, um die hier sich ansammelnden Organismen vor der zerstörenden Wirkung des Filtrationsstromes und des Balkenwerkes der Papierfasern zu schützen; auch die radial verlaufende Linie, in welcher die Innenfläche des Trichters mit dem Zwischenraum der aus 3 Papierlagen bestehenden Trichterwand kommunizirt und wo meist ein Theil des Rückstandes zwischen die Papierlagen eindringt, wurde durch flüssiges, mit dem Pinsel aufgetragenes Wachs verstrichen. War die Filtration beendet, so wurde die wachsgetränkte Spitze abgeschnitten, in ein Gläschen ausgegossen, sorgfältig ausgespritzt und der Fang gezählt. Hierbei war aber ein grosser Uebelstand, dass in Folge der Wassermenge die quantitative Verarbeitung eine sehr zeitraubende und sehr anstrengende Arbeit war, da eine grössere Zahl von Zählplatten, von denen eine jede nur relativ sehr wenig Individuen enthielt, verarbeitet werden musste. Die Schwierigkeiten waren um so grösser, als die Fläche einer einzelnen Platte nur sehr klein sein durfte, da die schwächste Vergrösserung, die zur Zählung gebraucht werden konnte, eine 200fache war. Es musste daher auch die Flüssigkeit während der Zählung mit einem Deckglase bedeckt werden.

Es kam daher darauf an, den Filterrückstand möglichst koncentrirt auf die Zählplatte zu bringen, so dass der ganze Fang in einem Male gezählt werden konnte. Dies gelang, indem ich mir die schon früher skizzirten Glasröhrenfilter konstruirte, die auf Taf. III Fig. 1 dargestellt sind. Statt des gehärteten Papiers wurde Seidentaffet verwendet; der Druck der auf dem Filter stehenden Wassersäule unterhielt die Filtration, so lange die Röhren frisch gefüllt wurden und der Taffet sich noch nicht mit Fang verstopft hatte. Bei der Filtration der letzten Wassermengen ersetzte ich den Druck durch einen Gummiballon, der mit der Hand

zusammengedrückt wurde. Die Röhren hatten eine Weite von 9 mm, die Filterfläche betrug also nur 63,5 qmm. Lässt man nur noch eben eine ganz dünne Wasserschicht auf dem Taffet stehen, ehe man dasselbe abnimmt, so reicht diese Wassermenge gerade für die Bedeckung mit einem kleinen Deckglase aus. Man saugt diese Flüssigkeit mit einer Pipette ab und überträgt sie direkt auf die Zählplatte, schneidet dann mit der Scheere den zum Festbinden des Filters verwendeten Rand desselben ab, klappt die Ränder der kreisförmigen Fläche an 2 Stellen mit der Pinzette zusammen und hält das Filter, das nun eine glatte und zugleich steife Fläche bildet, senkrecht über den Wassertropfen, so dass sein unteres Ende in diesen hineinragt. Man kann dann leicht mit einem Pinsel den Filterrückstand in das Wasser hineinpinseln. Schliesslich wird der Pinsel in dem Wasser abgespült und mit der Pinzette ausgedrückt. Verluste sind freilich bei dieser Methode unvermeidlich; etwas vom Filterrückstande wird auf dem Taffet, etwas im Pinsel zurückbleiben. Die Zahlen werden also stets etwas zu klein sein.



Für Untersuchungen, die nur feststellen wollen, was für Arten im Wasser leben, empfehlen sich besser trichterartige Beutel aus Seidentaffet, die mit ihrem oberen Rande an einen breiten Blechrahmen festgenäht sind. Mit einer Klammer oder einem Haken werden sie am Bootsrande oder an der Bordwand des Schiffes befestigt und in die offene Spitze ein kleines Gläschen mit wulstig verdicktem Rande eingebunden (s. nebenst. Fig.). Auf einer längeren Seereise habe ich regelmässig mit diesen einfachen Apparaten gefischt; je nach dem Reichthum des Meeres an Auftrieb filtrirt man 5, 10 oder 25 Liter durch dieselben und sammelt den letzten Rest Wasser mit dem Filterrückstand in ein mässiges Reagenzglas, dem man mit der Pipette Tropfen zur genaueren mikroskopischen Untersuchung entnimmt.

3. Die Untersuchung der Fangapparate der Appendicularien.

Seit langer Zeit ist bekannt, dass der Darminhalt der Tunicaten eine reiche Ausbeute kleiner Planktonorganismen liefert. Ausnahmslos sind sie Planktonfresser und häufen daher in ihren Fäcalmassen zahllose Skelette und auch unverdaute Plasmareste von Auftriebthieren- und -pflanzen dicht zusammen. Durch die Untersuchung der Fäcalballen pelagischer Tunicaten kann man daher sehr wohl ein Bild von der Zusammensetzung des Planktons an dem Fangorte der Thiere gewinnen, soweit dasselbe aus Kiesel-, Kalk- oder Chitinskelette besitzenden Arten besteht. Die Appendicularien besitzen aber in ihren Gehäusen und Gallertblasen eine Einrichtung, die für die Erforschung des Meeresauftriebs von weit grösserer Bedeutung ist, da sie uns auch das Studium der kleinsten skeletlosen Organismen desselben in vorzüglicher Erhaltung, ja auch im lebendem Zustande gestattet.

Bau und Funktion dieser seltsamen Apparate sind in ganz kurzen Zügen folgende:

Am höchsten entwickelt sind dieselben bei den Oikopleurinen[1]), derjenigen Familie der Appendicularien, welche die grössten Arten aufweist und sowohl durch ihre Bevölkerungsdichte, wie ihre Masse, eine weit grössere Rolle spielt als die Fritillarinen. Auf Tafel IV ist in Fig. 1—3 das Gehäuse der Oiklopleura albicans Leuck, einer im Mittelmeer häufigen Art dargestellt. Die Gehäuse der Oikopleurinen haben dreierlei Aufgaben zu erfüllen, sie dienen zum Schutz der Thiere gegen Feinde, zur Lokomotion und zum Nahrungserwerb[2]). Für uns kommt hier nur die letzte Funktion in Betracht, so dass wir auch nur die hierfür wichtigen Einrichtungen zu erwähnen brauchen. Das ganze Gehäuse ist eine gallertige cuticulare wasserklare Ausscheidung des Rumpfepithels, die periodisch abgeschieden, zum Gehäuse entfaltet, später aber abgeworfen und durch eine neue ersetzt wird. Die Ausscheidung der Cuticula währt etwa 3—4 Stunden, die Entfaltung der Anlage zum Gehäuse unter theilweiser Loslösung vom Thier geschieht in $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde. Wird das Thier nicht durch Feinde aus dem Gehäuse vertrieben, so bleibt es mehrere Stunden (6 Stunden scheint schon viel zu sein) in demselben, durchreisst dann die letzten Verbindungen der Cuticula mit dem Mutterepithel und verlässt dasselbe; meist hat schon in dem alten Gehäuse sich eine neue Gehäuseanlage auf dem Rumpfe des Thieres gebildet, so dass sehr schnell eine andere Wohnung geschaffen ist. Die verlassenen Gehäuse sinken langsam nieder, da die Gallert schwerer als Wasser ist. Sie widerstehn der Fäulniss lange; doch siedeln sich in der weichen Masse zahllose Bakterien und Pilze an; auch wuchern einige Diatomeen in den alten Gehäusen vorzüglich.

Die Gehäuse[3]), die meist kugelige oder eiförmige Gestalt besitzen und wasserklar sind, enthalten einen grossen Hohlraum der aber durch verschiedene Einrichtungen in mehrere Kammern zerlegt wird und durch wenigstens 4 Oeffnungen mit der Aussenwelt kommunizirt. In dem bei der Fortbewegung des Gehäuses voran gehenden Abschnitte hängt der Rumpf (rp. Taf. IV, Fig. 1) der Appendicularie, die mit dem Mundsaume an dem Mundrohre (mdr.) befestigt ist; der Schwanz (s) ist schräg nach hinten und unten gerichtet und undulirt frei in der sog. Schwanzkammer; wird das Thier gestört, so stemmt es den Schwanz gegen die Wand der Kammer, durchreisst die zarten Verbindungen der Mundgegend mit dem Gehäuse und entflieht durch die Fluchtkammer (flk.) zur Fluchtpforte (flö) hinaus, indem es die zarte Membran zerreisst, die diese grosse elliptische Oeffnung bis dahin verschliesst. Durch die Undulationen des breiten Ruderschwanzes, dessen Fläche rechtwinklig zur Medianebene des Gehäuses und des Thieres gelagert ist, treibt das Thier Wasser aus der Rumpfgegend in den hinteren und unteren Abschnitt des Gehäuses und saugt dadurch gleichzeitig Wasser von Aussen durch die grossen Gitterfenster (gf.) und die Einflusstrichter (tr.) in das Gehäuse hinein. Bei energisch arbeitendem Thiere ist die Aspiration so stark, dass die Gittermembranen nach Innen trichterartig eingezogen werden. Die Gitterfenster liegen über dem Rumpf des Thieres, sind sehr gross und bilden die einzigen Eingangs-

[1]) cfr. Lohmann, Appendicul. d. Planktonexped. pag. 18. 1896.

[2]) cfr. Lohmann, Das Gehäuse d. Appendicularien. Schrift. d. naturw. Vereins für Schleswig-Holstein, Bd. 11, Heft 2. 1899 und Zoolog. Anzeiger, Bd. 22, 1899.

[3]) Ein Modell des Gehäuses von Oikopleura albicans stellt nach meinen Angaben Osterloh in Leipzig aus Gelatine her.

pforten für das Wasser in das Gehäuse. Ihrer ganzen Fläche nach werden sie von einem sehr regelmässigen und feinmaschigen Maschenwerk feiner Gallertfäden geschlossen, so dass alles Wasser, ehe es in das Gehäuse eintritt, filtrirt werden muss. Die Maschen haben stets die Form von langgestreckten Rechtecken und sind nach dem Alter des Individiuums und der Art von sehr verschiedener Grösse. Doch sind die Maschen ein und desselben Gehäuses alle gleich gross und ausserordentlich regelmässig. Bei 3—4 mm langen Gehäusen von Oikopleura cophocerca waren die Maschen 34,5—46 μ breit und 88—115,5 μ lang, bei 8 mm langen Gehäusen von Oikopleura rufescens dagegen nur 9,2 μ breit und 65,4 μ lang (Fig. 6), bei 17 mm langen Gehäusen von Oikopleura albicans 34,5 μ breit und 127 μ lang (Fig. 5). Da schon ganz junge Thiere, die noch keine Keimdrüsen angelegt haben, Gehäuse bilden, die angeführten Messungen aber nur alte Thiere betreffen, so kommen noch erheblich feinere Gitterfenster vor. Auf Tafel IV sind in Fig. 5, 6 und 7 die Maschen von Müllergaze Nr. 20 und der Gitterfenster von den Gehäusen geschlechtsreifer Individuen von Oikopl. albicans und rufescens bei gleicher Vergrösserung dargestellt. Die Breite der Maschen ist hiernach selbst bei den grössten das Mittelmeer bewohnenden Appendicularien[1]) noch erheblich kleiner als die Seitenlängen der Müllergaze-Maschen, während die Maschenlänge erheblich grösser sein kann. Aber die spaltartige Form der Maschen ist erheblich günstiger als die fünfeckige der Müllergaze, denn sie lassen trotz ihrer Länge im Wesentlichen doch nur Körper durchtreten, die sie ihrer Breite nach aufnehmen können, und der Verbrauch an Baumaterial ist erheblich geringer als bei einem gleich wirksamen Gitter mit quadratischen Maschen. Man findet denn auch nur sehr selten in den Gehäusen von Oikopleura albicans (Fig. 5) Fremdkörper von mehr als 35 μ Durchmesser; das grösste Individuum, das ich beobachtete, war eine Peridineenspore mit gallertartig gequollener Membram, die 58 μ lang und 41 μ breit war. Die Mehrzahl der grösseren Organismen, die in den Gehäusen sich finden, besitzen aber nur eine Grösse von 20—30 μ. Natürlich sind stab- oder schmale spindelförmige Körper wie Nitschin closterium auch bei erheblich beträchtlicherer Länge noch fähig die feinen Gittermaschen zu passiren. Diese gehen aber ebenso leicht durch die Maschen der feinsten Müllergaze hindurch.

Alles Wasser also, das in das Gehäuse von Oikopleurinen eintritt[2]) wird vorher durch die Gitterfenster filtrirt und da die Appendicularie aus diesem filtrirten Wasser ihre Nahrung gewinnt, die Copelaten aber und speziell die Oikopleurinen nächst den Copepoden die zahlreichsten und konstantesten Auftrieb-Metazoen aller Meere sind, so muss eine erhebliche Menge von Auftrieb noch in dem so filtrirten Wasser enthalten sein. Da die Filtrirapparate der Appendicularien aber feiner sind als die Müllergaze Nr. 20 so muss bei dem Fischen mit Netzen aus diesem Zeuge ein recht erheblicher Verlust allein durch die zu grosse Weite der Maschen eintreten.

Das filtrirte Wasser, das also nur noch kleinste Auftriebformen enthält, wird nun im Gehäuse durch einen feinen Reusenapparat geleitet und dadurch zum 2. Mal gereinigt, indem

[1]) Abgesehen wurde hier von dem seltenen Megalocercus alyssorum Chun, über dessen Gitterfenster noch keine Beobachtungen vorliegen, der aber sehr selten ist.

[2]) Nur Oikopleura longicauda hat keine Gitterfenster in ihrem Gehäuse, muss aber statt derselben andere Filtrierapparate besitzen, da der Inhalt ihrer Gehäuse sich nicht von dem der übrigen Oikopleurinen unterscheidet. Der Bau ihrer Gehäuse ist aber noch nicht im Einzelnen untersucht.

zugleich alle in ihm suspendirten Körper auf einen kleinen Raum zusammengetrieben werden und nun leicht von der Appendicularie als Nahrung aufgesogen werden können. Dieser wichtige Apparat, der demnach zum Fange des Mikroplanktons dient und daher von mir als Fangapparat bezeichnet ist, liegt in der hinteren Hälfte des Gehäuses und hat einen höchst bemerkenswerthen Bau. In Fig. 2 Tafel IV ist er in der Aufsicht, in Fig. 1 in der Seitenansicht, in Fig. 3 in einem schematisch gehaltenen Vertikalschnitt sichtbar. Er besteht aus dem eigentlichen Filtrierapparate, einer Sammelkammer und dem Absaugrohr. Ersterer hat eine sehr zierliche Gestalt und fällt in den bewohnten Gehäusen sofort durch seine periodischen, den Undulationen des Schwanzes entsprechenden Ausdehnungen und Kontraktionen auf. Er hat die Form zweier halbkreisförmiger oder halbelliptischer Blätter, die in der Mitte ihrer Länge mit einander verschmolzen sind und deren Enden vorn und hinten auseinander und jederseits bogenförmig einander entgegen gebogen sind. Jedes Blatt besteht aus 3 durch kleine Abstände von einander getrennten Membranen, einer lateralen, einer medialen und einer zwischen beiden liegenden Scheidewand. Diese Letztere zerlegt den Hohlraum des Blattes in 2 Raume, einen lateralen und einen medialen und setzt sich, wie Fig. 3 zeigt, unter Spaltung in 2 divergirende Blätter an die Wand des Gehäuses fort, während die beiden andren Membranen mit freiem Rande endend die Aussenkontour des Apparates bilden. Wenn nun die Appendicularie durch kräftige Undulationen des Schwanzes (Fig. 1, s.) Wasser in den unteren und hinteren Abschnitt des Gehäuses unter den Fangapparat treibt, so tritt dieses Wasser zwischen die zusammengebogenen Flügel eines jeden Blattes, in die Zwischenflügelkammern *(zk)*, gelangt von hier aus zwischen der äusseren Membran und der Scheidewand des Fangapparates über den freien Rand der ersteren in den Hohlraum desselben und kommt so schliesslich in den unpaaren ventralen Abschnitt, der aus der Verschmelzung beider Blätter hervorgegangen ist. Hier enden die medialen Membranen und die Scheidewände der beiden Blätter gradlinig und lassen den ventralen Abschnitt als Sammelkammer frei. Von beiden Seiten herabkommend treffen sich hier die Wasserströme und finden keinen anderen Ausweg als zwischen den beiden inneren Membranen jedes Blattes emporzusteigen. Dieser Weg aber ist durch sehr zahlreiche, von der Basis zur Peripherie aufsteigende Scheidewände in viele schmale Gänge zerlegt, und jeder Gang wird durch dicht hinter einander quer durch das Lumen hindurch ausgespannte feine Fäden zu einer dichten Reuse verwandelt, in welcher alle die kleinen noch im Wasser vorhandenen Organismen und Fremdkörper hängen bleiben. Die meisten bleiben gleich unten in der Sammelkammer, vor dem Eintritt in die Reusengänge, wo dieselben am engsten und dichtesten sind, liegen, doch füllen sich in abnehmendem Grade auch die weiter entfernt liegenden Theile mit dem Fange. Von Zeit zu Zeit saugt das Thier durch einen schlauchartigen vorderen Fortsatz der Sammelkammer, an dessen freiem Rande das Thier mit der Mundöffnung hängt, den Fang ab und schlürft ihn hinunter. Doch verstopfen sich allmählich die Reusengänge immer mehr, bis schliesslich der Apparat unbrauchbar wird und das Thier das alte Gehäuse verlässt, um ein neues zu entfalten.

In den Reusengängen sammeln sich nun die kleinsten Auftrieborganismen in grosser Menge und was vor allem wichtig ist, in vorzüglichster Erhaltung an. Durch die Septen und Fäden ist zwar ihre Bewegung eingeschränkt, aber sie werden nirgends gedrückt oder gezerrt

wie auf jedem künstlichen Filter. Ohne grosse Mühe lässt sich ferner der Fangapparat mit Nadeln vom übrigen Gehäuse lospräpariren, als feiner Schleier in einem Tropfen Wasser ausbreiten und unter dem Deckglase bei starker Vergrösserung und selbst Immersion untersuchen. Da alle grösseren Auftrieborganismen durch die 1. Filtration des eintretenden Wassers ausgeschlossen werden, so enthält der Fangapparat natürlich nur einen sehr kleinen Theil des Auftriebs, der zur Zeit des Fanges im Meere vorkam, aber gerade denjenigen Bestandtheil, auf den es bei den vorliegenden Untersuchungen in erster Linie ankam, die kleinsten, skeletlosen Arten in vorzüglicher Erhaltung und grosser Individuenzahl.

Das im Fangapparat zum zweiten Male filtrirte Wasser fliesst schliesslich durch die Ausflussöffnung (a. ö) aus dem Gehäuse ab, doch muss ich mir hier versagen auf den weiteren Bau der Gehäuse und ihre Funktion einzugehen.

Bei den Fritillarien, welche mit den Oikopleurinen die Hauptmasse der im Meer lebenden Appendicularien ausmachen, ist kein Gehäuse entwickelt, aber ein Fangapparat für Auftrieb findet sich auch bei ihnen. Derselbe besitzt die Form einer den vordersten Theil des Rumpfes umgebenden Gallertblase (Taf. IV, f. 4a und 4b), die ein sehr feines Netzwerk zarter Fibrillen enthält[1]) und durch welche das Thier einen Wasserstrom hindurchleiten kann. Die Blase ist für gewöhnlich zu einer ganz kleinen gallertigen Masse zusammengesunken, kann aber vom Thiere willkürlich auf noch nicht aufgeklärte Weise zu einem im Verhältniss zum Thier gewaltigen Umfange aufgetrieben werden (Tafel IV Fig. 4a). Das Thier schwebt dann an dieser mächtigen Gallertblase ruhig im Wasser, treibt aber mit dem Schwanze, der in fortwährender Thätigkeit ist, Wasser durch die Blase hindurch und gleichzeitig sieht man die Wand der völlig wasserklaren Blase sich trüben, als ob kleinste Partikelchen sich an ihr niederschlügen. Nach einiger Zeit ändert das Thier die Art der Schwanzbewegung und sofort schrumpft die ganze Blase, wie ein sich leerender, aufgeblasener Gummiball wieder zu einer kaum wahrnehmbaren kugeligen Auflagerung am Rumpfe des Thieres zusammen, das nun munter davon schwimmt, bis es nach einiger Zeit wieder Halt macht, die Blase füllt und sich Nahrung sammelt. Dieses eigenartige Treiben habe ich in Syrakus genau beobachten können, ohne dass es mir jedoch gelungen wäre, das Thier nachher zu fangen. Aber während man die Gehäuse der Oikopleuren jederzeit, wenn die Thiere häufiger sind, studiren kann, findet man nur sehr selten die Fritillarien mit aufgetriebenen Blasen. Einmal sind die letzteren sehr schwer zu sehen, weil sie kaum 2 mm im Durchmesser haben und ausserordentlich durchsichtig sind, dann aber sind sie auch immer nur für ganz kurze Zeit aufgetrieben. Denn die Gallertblase der Fritillarien hat nur die Funktion des Fangapparates der Oikopleuren und dient nicht gleichzeitig dem Thiere als Wohnung. Dass dieser Apparat vermöge der Elastizität seiner Masse, die vermuthlich den Fibrillen der Reuse eigen ist, beliebig vom Thier entfaltet und wieder zu einer kaum wahrnehmbaren, die freie Bewegung des Thieres nicht mehr hindernden Masse reducirt werden kann, ist eine fast ebenso überraschende Anpassung der Planktonthiere an ihre besonderen Existenzbedingungen, wie das viel kunstvollere Gehäuse der Oikopleurinen.

[1]) cfr. H. Lohmann, das Gehäuse der Appendicularien, Schrift. naturw. Verein f. Schleswig-Holstein, 1899, pag. 395—399.

Diese letzteren kann man sich leicht verschaffen. Am besten geschieht das mit einem Helgoländer Brutnetz, dessen Blecheimer durch einen Glashafen ersetzt ist, und das längere Zeit horizontal hinter dem Ruderboot bei langsamer Fahrt geschleppt wird. Sind Oikopleurinen überhaupt zur Zeit des Fanges häufig, so wird man in 1/4 bis 1/2 Stunde, ab und an schon in 5 Minuten, eine grosse Zahl derselben in dem Glashafen antreffen, der einfach abgebunden und zur weiteren Beobachtung auf den Boden des Bootes hingestellt wird. Hat man Glück gehabt, so werden schon jetzt mehrere Appendikularien munter mit ihrem Gehäuse in dem Glase umherschwimmen; sie sind durch den Fang nicht gestört und nicht aus ihrem Gehäuse getrieben, wie die Mehrzahl der übrigen Thiere. Vom Gehäuse selbst sieht man gewöhnlich garnichts, da dasselbe bis auf den leicht milchig getrübten Fangapparat ganz krystallklar ist; aber trotzdem entdeckt man bewohnte Gehäuse sehr leicht an der Haltung und Bewegung der Thiere. Während die gehäuselosen Appendicularien unter sehr energischen Schwanzbewegungen schräg oder senkrecht emporschwimmen, dann plötzlich jede Bewegung einstellen, langsam umkippen und mit dem Rumpf voran langsam niedersinken, um nach kurzer Zeit dieses vergebliche Spiel von neuem zu beginnen, schweben die Copelaten im Gehäuse langsamer oder schneller in ganz beliebigen Kurven auf und nieder, nach rechts und nach links, durch das Wasser, und ihr Schwanz, der im spitzen Winkel zum Rumpfe nach vorn (mundwärts) gerichtet ist, führt gleichmässige Undulationen aus; von Zeit zu Zeit hören dieselben auf, dann bleibt sofort auch das Thier und das Gehäuse stehen; kurzum im Gehäuse ist das Verhalten des Thieres ruhig, ausserhalb des Gehäuses stürmisch und erschöpfend. Mit einer weiten Glasröhre kann man schon im Boot die bewohnten Gehäuse in ein mit reinem Wasser gefülltes Glas umsetzen, doch werden manche Thiere dabei ihr Haus verlassen. Ist der übrige Fang daher nicht zu reichlich, so ist es ebenso zweckmässig, das Glas vor der Sonne geschützt in die Mittellinie des Bootes zu stellen und mit dem ganzen Fang nach Haus zu nehmen. Nach einiger Zeit (1—2 Stunden) ruhigen Stehens wird man fast immer finden, dass eine Anzahl von Appendicularien neue Gehäuse gebildet hat. Rührt man ferner den Fang wirbelförmig auf, so wird man gewöhnlich eine erhebliche Zahl von leeren Gehäusen finden, die während des Fanges oder nach demselben verlassen sind. Diese Gehäuse sind zur Untersuchung des Inhaltes des Fangapparates ausgezeichnet, da sie den Fang enthalten, den das Thier bis zur Zeit des Gefangenwerdens gemacht hatte.

Mit Nadeln gelingt es leicht den zarten, membranösen Fangapparat von dem dick gallertigen übrigen Gehäuse zu trennen und in einen Tropfen reinen Wassers auf den Objektträger zu bringen. Bei der Präparation fällt er freilich vollständig zusammen, lässt sich aber im Wasser leicht wieder auseinanderbreiten. Nach schonender Auflage eines dünnen Deckglases kann dann der Inhalt mit den stärksten Vergrösserungen untersucht werden.

Hat man nicht zufällig ein Gehäuse getroffen, das unmittelbar nach der Entfaltung auch wieder verlassen wurde, also garnicht oder nur ganz kurze Zeit in Thätigkeit war, so wird der Fangapparat stets reich mit lebenden Organismen gefüllt sein. Es ist sogar empfehlenswerth, stark mit Fang gefüllte Gehäuse nicht zu verwenden, da die Formen darin zu dicht liegen, schnell zu Grunde gehen und schwer zu untersuchen sind. Ich habe mich daher stets auf nur mässig gefüllte Gehäuse beschränkt.

Um nun die Resultate dieser Gehäuseuntersuchungen mit den Ergebnissen der Netzfischerei und der Filterfänge vergleichen zu können, ist zunächst nöthig, dass man wenigstens einen Anhalt für die Wassermenge gewinnt, aus deren Filtration der jedesmalige Inhalt eines Fangapparates gewonnen wurde; ferner ist aber zu prüfen, ob die Zusammensetzung des Fanges auch wirklich dem Auftrieb im Meere gleichkommt und wenn nicht, welche Veränderungen eingetreten sind.

Zunächst werden durch die Filtration des in das Gehäuse einströmenden Wassers beim Durchtritt durch die Gitterfenster alle grösseren und sperrigen, mit mehrseitig abstehenden Fortsätzen versehenen Organismen vom Inhalt des Fangapparates ausgeschlossen. Es beschränkt sich der Fang der Appendicularien daher im Allgemeinen auf kleine kugelige oder ei- bis spindelförmige Formen von durchschnittlich 3—20 μ Durchmesser; schon Individuen von 30 μ Grösse waren in den Gehäusen von Oikopleura albicans spärlich vertreten. Chaetoceras, Bacteriastrum, auch die langgestreckten Rhizosolenien, Ceratien, die meisten Radiolarien u. a. Formen sind ausgeschlossen. Dagegen sind kleine Nitschien, Coscinodisken, nackte und schalentragende Chrysomonadinen, Gymnodinien und kleine gepanzerte Peridineen, nackte Flagellaten und Rhizopoden sehr häufig; auch Bakterien werden oft in grosser Menge gefangen. Nur über das Vorkommen dieser kleinen Formen kann uns also das Appendiculariengehäuse Aufschluss geben.

Zwei Umstände machen aber noch weitere Einschränkungen nöthig. Einmal schlürft die Appendicularie von Zeit zu Zeit einen Theil des Fanges aus der Sammelkammer durch das Mundrohr auf. Das würde für unsere Zwecke nichts ausmachen, wenn hiervon alle Fangbestandtheile in gleicher Weise betroffen würden. Da aber die beweglicheren Formen sich dem Strome mehr entgegenstellen und sich auch weiter zwischen das Reusenwerk oberhalb der Sammelkammer hinaufarbeiten können, so entsteht nothwendiger Weise mit der Zeit eine künstliche Anreicherung des Fangapparatinhaltes an diesen Formen und eine Verarmung an unbeweglichen und schwereren Organismen.

Ferner ist es sicher, dass eine Reihe der gefangenen Formen in dem Gehäuse sich nicht nur längere Zeit lebenskräftig erhält, sondern sogar vermehrt und hierdurch eine neue Aenderung der Zusammensetzung herbeiführt. Allerdings kann man diesen Einfluss leicht dadurch ausschalten, dass man nur solche Gehäuse zur Untersuchung auswählt, die, als man sie fing, noch vom Thiere bewohnt waren. Die Zeit, während welcher ein Gehäuse von der Appendicularie benutzt wird, währt nämlich sicher nicht mehr als 6 Stunden und in dieser Zeit kann eine bemerkenswerthe Wucherung nirgends eingetreten sein [1]). Schon der Umstand, dass die recht grossen Fäcalmassen der Appendicularien nicht aus dem Gehäuse entfernt werden können, im Gehäuse aber nicht liegen bleiben dürfen, da sie sonst die feinen Apparate sofort zerstören und die Thätigkeit des Ruderschwanzes hindern würden, beweisst, dass ihre Funktion sich nur über wenige Stunden erstrecken kann. Auch tragen fast alle Thiere immer bereits die Anlage

[1]) Der Vermehrungsfuss von Ceratium hirudinella (Hensen & Apstein, Wissenschaftl. Meeresuntersuch. Bd. II, Abth. Kiel, 1897) beträgt 1,2; ebenso gross ist derjenige von Skeletonema costatum nach Karsten (eod. loc. Bd. III, 1898), während Nitschia-Arten in Kulturen 1,5—2,1 erreichten (Karsten, Flora 1901). Ceratium und Skeletonema würden also in 5 Tagen, die Nitschien in 2 oder selbst in 1 Tage ihre Zahl verdoppeln.

eines neuen Gehäuses auf ihrem Rumpfe, und endlich füllt sich das Reusenwerk, wenn viel Microplankton im Meere sich findet, so schnell mit demselben, dass im Verlauf mehrerer Stunden eine Verstopfung eintreten muss, auch wenn das Thier die Sammelkammer fleissig ausschlürft. Denn der Fangapparat ist nicht so vollkommen gebaut, dass der in demselben sich ansammelnde Fang vollständig vom Thiere aufgesogen werden kann. Vielmehr füllt ein mit der Zeit immer zunehmender Theil desselben die Maschen des Reusenwerkes oberhalb der Sammelkammer aus und verstopft diese mehr und mehr, so dass ihr Inhalt weder nach unten in die Sammelkammer noch nach oben in den Ausgang des Fangapparates fortspülbar ist. Die Appendicularien gehen also sehr verschwenderisch mit ihrer Nahrung um, indem sie nur einen Theil derselben verzehren, mit jedem abgeworfenen Gehäuse aber einen Theil des Fanges preisgeben.

In diesen verlassenen Gehäusen, die nur langsam untersinken, tritt sehr schnell eine Veränderung des eingeschlossenen Fanges ein. Die Gymnodinien und Chrysomonadinen sterben sehr schnell ab und die zarten nackten Formen gehen vollständig zu Grunde. Dagegen wachsen die Bakterien in kolossaler Weise und dringen aus dem Fangapparat bald in alle übrigen Theile des Gehäuses und in die Gallertsubstanz der Wandung ein, die sie ganz durchsetzen. Auch eine kleine Nitschia und Thalassiothrix-Art vermehrt sich sehr fleissig, und vor allem pflegen sich Unmengen ganz kleiner farbloser Flagellaten einzustellen, die z. Th. wohl Jugendstadien von Salpingoeca sind. Am 19. April 1901 fischte ich eine grössere Anzahl frisch verlassener Gehäuse. Am Fangtage enthielten dieselben grosse Mengen von nackten Chrysomonadinen, Gymnodinien und Coccolithophoriden; Nitschien waren selten, Thalassiothrix wurde garnicht gesehen; Amoeben und farblose nackte Flagellaten waren vorhanden, aber spärlich, ebenso Bakterien. Ein Theil der Gehäuse wurde in ein bedecktes Schälchen mit Wasser gelegt und nach 5, nach 20 und 25 Tagen einige derselben untersucht. Nach 5 Tagen hatte sich eine enorme Menge Bakterien entwickelt, die z. Th. die Gallert durchsetzten, z. Th. in den Gehäusehohlräumen umherschwammen. Gymnodinien und Coccolithophoriden waren auffällig gut erhalten, aber vollständig bewegungslos, während von den nackten Chrysomonadinen höchstens noch eine Spur des Farbstoffes zurückgeblieben, der ganze übrige Körper aber vollständig zerstört war. Amoeben und nackte farblose Flagellaten wurden nicht gesehen, hatten sich also jedenfalls nicht vermehrt. Nach 20 Tagen waren auch die Gymnodinien zerstört und von den Coccolithophoriden nur noch der grüne Farbstoff in den Schalen erkennbar; Thalassiothrix dagegen lebte noch und war in lebhafter Theilung begriffen; auch traten zahllose kleine Amoeben und nackte farblose Flagellaten auf. Nach 25 Tagen, während welcher die Bakterien eine immer stärkere Entwickelung erreicht hatten, waren die Amoeben und nackten Flagellaten wieder zurückgegangen, aber die Diatomeen hatten sich energisch vermehrt. Auch jetzt noch war die Gestalt des Gehäuses erkennbar, doch wurde die Untersuchung abgebrochen, da in der Natur die Gehäuse sicher nicht so lange frei in den belichteten Regionen des Meeres flottiren werden. Eine rapide Wucherung der Bakterien und ein Schwinden der nackten Chrysomonadinen, sowie ein Aufhören der Geisselthätigkeit bei allen Phytoflagellaten sind demnach die ersten Veränderungen, welche an dem Inhalte des sich selbst überlassenen Gehäuses

eintreten, wahrscheinlich als Folge der Stagnation des Wassers in demselben, da jede Cirkulation mit dem Entweichen des Thieres sofort aufhört.

Will man nun bestimmen, aus der Filtration einer wie grossen Wassermasse der Inhalt irgend eines Fangapparates gewonnen ist, so kann man zunächst schon aus dem Durchschnitt der Ausflussöffnung des Gehäuses einen Anhalt gewinnen. Bei der grossen Oikopleura albicans beträgt das maximale Lumen derselben circa 0,15 qumm. Hat also der austretende Wasserstrom eine Schnelligkeit von 50 mm in der Sekunde, was mir sehr viel zu sein scheint, so würde in 1 Stunde fortgesetzten gleichstarken Ausströmens 27 ccm oder in 6 Stunden 162 ccm Wasser ausfliessen können. Nun ist aber die Appendicularie keineswegs andauernd in einer solchen Thätigkeit; vielmehr treten in kurzen Zwischenräumen Ruhepausen ein und während der Undulationen des Schwanzes wechselt die Intensität der Bewegungen naturgemäss ebenfalls fortwährend. Man kann also mit Sicherheit annehmen, dass in den Gehäusen, deren Fangapparat untersucht wird und die fast sicher kürzere Zeit bewohnt gewesen sind und von deren Fang das Thier überdies schon wiederholt gefressen hat, der Inhalt des Fangapparates nur den Rückstand von weniger als 100 ccm Wasser repräsentirt.

Zur direkten Bestimmung der Wassermenge führt natürlich nur die Zählung des Inhaltes und der Vergleich des Resultates mit anderen Filtrationen des Meerwassers z. B. durch Seidentaffet; auch können nur solche Organismen dabei verglichen werden, die durch beide Fangmethoden gleich gut gefangen werden, und andererseits auch nicht bei dem Aufschlürfen des Fanges durch die Copelate besonders bevorzugt oder benachtheiligt sind. Bei der Verwendung von dichter Seide sind die Coccolithophoriden entschieden diejenige Organismengruppe, die diesen Anforderungen am besten entspricht. Durch beide Filter werden die schalentragenden Formen vollständig und in gutem Zustand gefangen und bei der sehr verschiedenen Grösse, Gestalt und Structur der Schalen ist eine ausgesprochene einseitige Beeinflussung ihrer Zahl durch das Fressen des Thieres sehr unwahrscheinlich. Auf diese Weise fand ich bei frisch verlassenen Gehäusen in 2 Fällen folgende Wassermengen für den Inhalt des Fangapparates:

1) 1 Liter Wasser enthielt 647 Coccolithophorid., 1 Fangapparat 48 Coccolithophorid. = Inhalt von 74 ccm Wasser.

2) 1 Liter Wasser enthielt 1792 Coccolithophorid., 1 Fangapparat 72 Coccolithophorid, = Inhalt von 40 ccm Wasser.

Diese Zahlen stimmen recht gut mit dem durch Rechnung gefundenen Resultat überein, wenn man bedenkt, dass bei der Filtration mit Seidentaffet nothwendig Verluste durch das Sammeln des Filterrückstandes entstehen, in dem Fangapparate der Appendicularien aber wegen seiner vollständigen Durchsichtigkeit keine Verluste bei dem Durchmustern desselben wahrscheinlich sind. Das Wasser ist also sicher in beiden Fällen reicher an Coccolithophoriden gewesen als die Zahlen angeben, und folglich sind die für die Appendicularien berechneten Wassermengen sicher um eben soviel zu gross ausgefallen. Man wird also, ohne die Masse des Wassers zu klein anzunehmen, ruhig den Durchschnitt zu 50 ccm (40 + 60 statt 50 + 70 ccm) statt zu 60 ccm setzen dürfen.

Für unsere Untersuchungen genügt es übrigens vollkommen zu wissen, dass selbst in den grossen Gehäusen von Oikopleura albicans der Inhalt des Fangapparates stets weniger repräsentirt als der Filterrückstand aus 0,1 Liter.

4. Zusammenfassung der methodologischen Betrachtungen.

Sobald es sich darum handelt, Fänge mit einander zu vergleichen, die mit verschiedenen Apparaten gewonnen sind, ist es wichtig im Auge zu behalten, dass eine genaue Uebereinstimmung der Resultate garnicht erwartet werden kann, weil selbst am gleichen Ort gleichzeitig und mit denselben Instrumenten auf gleiche Weise gewonnene Fänge um 7% im Mittel von einander abweichen, und kurz nacheinander sonst aber ebenso gleichartig erhaltene Fänge nach der Individuenzahl der einzelnen Art im Mittel um 20—30% von einander differiren. Sobald verschiedene Apparate und Methoden zur Gewinnung angewandt werden, steigern sich diese Differenzen nothwendiger Weise. Im Allgemeinen werden diese Differenzen um so kleiner sein, je häufiger eine Art im Auftrieb vertreten war, um so grösser, je spärlicher sie vorkam.

Die schonendste Filtrationsmethode besitzen die Appendicularien und da diese bereits in einer Wassermenge, die weniger als 0,1 Liter beträgt, eine so reiche Nahrung finden, dass dieselbe für qualitative und quantitative Untersuchung des Meeresauftriebs reiche Ausbeute liefert, so würden auch für Untersuchungen des Meerwassers mittelst Kunstfilter schon sehr kleine Wassermengen ausreichen, wenn es möglich wäre hier ebenso schonend zu filtrieren. Obwohl aber dichter Seidentaffet erheblich besser ist, als die gehärteten Papierfilter, so gehen doch auch bei seiner Verwendung viele nackte Protozoen zu Grunde und auch von den Schalen tragenden Formen werden viele so mitgenommen, dass sie jede Bewegung einbüssen und bald sich ebenfalls auflösen. Müllergaze 20 ist zur quantitativen Untersuchung der Metazoen und grösseren Protozoen vorzüglich geeignet, dichter Seidentaffet empfiehlt sich für qualitative und quantitative Beobachtung aller der kleinsten Schalen oder Skelette besitzenden Organismen und endlich ist der Inhalt der Appendiculariengehäuse für das Studium des Auftretens der kleinsten nackten einzelligen Auftriebwesen vorläufig unübertroffen. Doch wird immer noch ein Rest kleiner Wesen bleiben, dessen Vorhandensein im Meerwasser zur Zeit der Fänge mit Sicherheit angenommen werden muss, weil sie Entwicklungszustände (i. weitestem Sinne) von Formen bilden, die gefangen wurden. Immerhin werden zahlreiche Untersuchungen des Meerwassers eines Ortes in der angegebenen Weise ein recht klares Bild über Masse und Zusammensetzung des wirklich im Meere vorhandenen Auftriebs geben und damit deutlich die Leistung der einzelnen Fangmethoden erkennen lassen.

Sobald man dazu übergeht statt des durchbrochenen Zeuges Papier oder dichtes Zeug zum Filtriren zu verwenden, wird man überrascht sein über die Menge von Detritus und Fäcalmassen, die dem Auftrieb beigemischt sind und eine Volumenbestimmung der Organismen durch Absetzenlassen völlig unmöglich machen. Bei den Fängen, die mit Schlauch und Pumpe gewonnen werden, bringt der Schlauch leicht einen grossen Theil dieser Masse als Staub und Sand mit in das Pumpwasser hinein, da es schwer ist im Boot oder auf einem Dampfer die Apparate ganz vor Schmutz zu schützen. Bei den Filtrationen geschöpften Wassers

aber sind solche fremden Beimengungen leicht zu vermeiden und es zeigt sich dann, dass thatsächlich im Meere eine sehr erhebliche Menge von Detritus suspendirt ist, die aber der Kleinheit ihrer Theilchen wegen durch die Maschen der Müllergaze mit Leichtigkeit hindurch geht und daher erst bei den Filterfänger zur Erscheinung kommt. Auf flachem Wasser und in unmittelbarer Nähe der Küste kann dieser Detritus bei der Zählung des Fanges sehr störend werden.

III. Vergleich der Fangmethoden in Bezug auf ihre Brauchbarkeit für die verschiedenen Arten von Planktonorganismen.

Im Folgenden sollen die einzelnen Organismengruppen, die vor Syrakus im Auftrieb gefangen wurden, der Reihe nach in Bezug auf ihr Vorkommen im Meere und die Vollständigkeit ihres Fanges bei der Verwendung verschiedener Fangapparate besprochen werden. Eine Anzahl der bemerkenswerthesten Formen aus den Abtheilungen der Protozoen und Protophyten sind anhangsweise beschrieben und zum grössten Theil auf Tafel I und II abgebildet. Da es eine meiner Hauptaufgaben war, zu untersuchen was für Organismen ausser den mit den Müllergaze-Netzen gefangenen Formen noch im Meere leben, so habe ich auch da Abbildungen und Beschreibungen gegeben, wo meine Beobachtungen zu ungenügend sind, um eine sichere Einreihung der Organismen in das System oder eine scharfe Artdiagnose zu ermöglichen. Denn nur so konnte gezeigt werden, welche Zusammensetzung dieses kleinste Plankton hatte. Um eine sichere Artenanalyse zu erhalten, sind in den meisten Fällen Kulturen nöthig, die ich mir in Syrakus nicht anlegen konnte. Auch muss man sich dann mit jeder einzelnen Form eingehend beschäftigen, wozu in den wenigsten Fällen das Material und selten die Zeit ausreichte. Meine speziellen Untersuchungen über die Coccolithophoriden, die ein Ergebniss dieser Forschungen waren, sind im Archiv für Protistenkunde Bd. 1 Heft 1 als besondere Arbeit erschienen, daher sind keine Beschreibungen und Abbildungen aus dieser Gruppe gegeben.

1. Die Metazoen. (Tabelle IV.)

Die erwachsenen Metazoen des Auftriebs werden sämmtlich vollständig oder doch nahezu vollständig schon von der Müllergaze gefangen. In der Kieler Bucht erlitten freilich die über das Naupliusstadium hinaus entwickelten Copepoden noch einen Verlust von $^1/_3$%; aber dieser kleine Ausfall macht für die Untersuchung selbstverständlich garnichts aus; ausserdem waren diese Copepoden ja keineswegs sämmtlich ausgewachsen. Auch noch für die Larven und ersten Jugendstadien ist die Müllergaze meistens ausreichend dicht[1]). Doch erleiden die Nauplien der Copepoden schon einen nennenswerthen Verlust (14% in der Ostsee) und es ist wahrscheinlich, dass auch die kleinsten Individuen von Turbellarien, Rotatorien und Ostracoden nur zum Theil gefangen werden. Doch spielen nur die Nauplien eine erhebliche

[1]) Die im Kieler Hafen 1899 von mir gefundene „junge Larve (?) mit Wimperring (23 μ D.)“ (Wissenschaftl. Meeresuntersuch. Bd. V, Abth. Kiel, 1901) war eine Halteria

Rolle im Auftrieb. Bei den Eiern steigert sich der Verlust naturgemäss, wenn auch viele derselben durch die Vereinigung in Eiersäcken, Eierklumpen und Eierschnüren oder durch die Ausbildung weit abstehender Hüllen oder dicker Gallertumkleidungen an dem Durchtritt durch die Maschen der Müllergaze gehindert werden. Ein grosser Theil der im Meere vorhandenen Eier geht aber sicher bei dem Fang und der Konservirung zu Grunde oder wird wenigstens so unkenntlich, dass er sich der Zählung entzieht, wie vor allem die Eier der Appendicularien, die zu Zeiten in grosser Menge im Meere vorkommen müssen.

Tabelle IV.

In 1000 Litern einer vertikalen Wassersäule von 0—104 m Tiefe waren enthalten:

Metazoen	1. Müllergaze Nr. 20	2. Papierfilter
I. **Coelenteraten:**		
Siphonula	2	—
Larve von Craspedoten	1	—
„ „ Aeginopsis	3	—
Craspedoten	4	—
II. **Vermes:**		
Convoluta	50	51
Sagitten	3	—
Rotatorien	5	—
Bryozoenlarven	30	—
Gekörnelte Larve	1	—
Trochosphaeren	5	—
Mitraria	33	—
Larve mit gegliedertem Rumpf	145	203
Phalacrophorus	3	v.
Tomopteriden	—	v.
III. **Echinodermen:**		
Pluteus	1	—
IV. **Arthropoden:**		
Copepoden alle	4799	14090
davon Nauplien	2976	11723
Ostracoden	14	38
Amphipoden	1	—
V. **Mollusken:**		
Junge Lamellibranchiaten	75	51
Cresëis	4	—
Limacina	40	38
VI. **Tunicaten:**		
Appendicularien	101	456
Doliolumlarven	1	—
Doliolum	3	—
VII. **Eier:**		
Eier von 100—400 μ Durchmesser	21	320
Eier in Eiersäcken	230	329
Isolirte Eier von weniger als 100 μ Durchmesser (Min. 22 μ)	95	1747

Eine nähere Prüfung des Fangverlustes ist also auch für die Gewebsthiere nothwendig. Es reicht aber hier aus, Filtrationen durch Papierfilter zum Vergleich heranzuziehen.

Sieht man von den Copepoden und den kleinen Eiern ab, so sind die Zahlen für die einzelnen Formen der Metazoen in den Dezemberfängen bei Syrakus so niedrig, dass ihnen keine grosse Genauigkeit zukommen kann (Tabelle IV). Turbellarien und Limacinen stimmen zwar auffällig gut im Filter- und Netzfange überein, auch die gegliederte Wurmlarve und die jungen Muscheln weichen nur wenig von einander in beiden Fängen ab. Bryozoenlarven und Mitrarien waren zahlreicher im Müllergazefang als im Filterrückstande, umgekehrt enthielt letzterer mehr Ostracoden und ausgebildete Polychaeten, sowie mehr Eier in Eiersäcken. Sehr auffällig ist der Unterschied beider Fänge in der Zahl der Appendicularien und grossen Eier von mehr als 100 μ Durchmesser. Beide Formen müssen auch von dem Netze vollständig gefangen werden; die Differenz kann also nur in unregelmässiger Vertheilung im Meere oder in der verschiedenen Behandlung des Fanges begründet sein. Für die grossen Eier trifft sicher das erstere zu; denn 197 derselben gehörten einem noch nicht näher bekannten Krebs (wahrscheinlich Schizopoden) an, dessen Eier in Klumpen im Wasser treiben und sich erst allmählich von einander trennen und 76 stammten vermuthlich aus den Eierschnüren von Heteropoden, so dass nach Abzug dieser aus ihrem ursprünglichen Verbande losgelösten Eier nur **57** von vornherein isolirt abgelegte Eier für den Filterfang übrig bleiben und die Differenz beider Fänge nur 57—21 ist. Auch dieser Unterschied ist noch gross genug, aber bei der geringen Zahl der Eier nicht überraschend. Für die Ungleichheit beider Fänge in der Zahl der Appendicularien liegt die Erklärung sicher anderwärts und zwar vermuthlich darin, dass auf der Müllergaze, vor allem an der Innenwand des Eimers, ein ziemlich erheblicher Prozentsatz dieser Thiere mit ihren gallertig-schleimigen Absonderungen haften bleibt, während sie von der Papierfläche vollständig abgespült werden. Es hat mir immer viel Mühe gemacht, gerade vom Eimer die Gehäuseanlagen, ebenso wie andere gallertig-schleimige Massen fortzuspülen.

Sehen wir also von solchen Differenzen, die von der Durchlässigkeit des Netzzeuges unabhängig sind, ab, so bleiben nur 2 Verluste übrig, die bei dem Fischen mit Müllergaze Nr. 20 eintreten: der Verlust an Copepodennauplien und an kleinen Eiern. Ersterer betrug hier 74,5%, gegen nur 14% in der Ostsee. Nehmen wir an, dass die Ungleichmässigkeit der Vertheilung im Meer und die Fehler der Zählmethode für den Filterfang ein + von etwa 25% bewirkt hätte — was sicher viel zu hoch gegriffen ist, da der Auftrieb zur Zeit des Fanges offenbar recht gleichmässig vertheilt war und in der Ostsee die Copepodennauplien nur etwa $\pm$ 9,0% Differenzen in Vergleichsfängen ergaben, und da ferner die grosse Zahl der Nauplien die Zählung ziemlich genau hat machen müssen, — so würde der Verlust immer noch 50% also die Hälfte betragen. Ein solcher Ausfall bei den Individuen der wichtigsten Auftriebmetazoen ist sehr beachtenswerth und kann nicht einfach vernachlässigt werden. Kamen nach dem Netzfange auf 1 erwachsenen (oder jungen) Copepoden nur $1\frac{1}{2}$ Nauplien, so kamen in Wirklichkeit mindestens 3 Nauplien, wahrscheinlich aber noch mehr auf einen weiter entwickelten Copepoden. Durch den erheblichen Ausfall, den die kleinen, zum Theil ebenfalls den Copepoden angehörenden Eier bei dem Fischen mit Müllergaze Nr. 20 erleiden,

wird das Bild, das der Netzfang uns von der Vermehrungsintensität der Copepoden zu geben scheint, ein noch mehr von der Wirklichkeit abweichendes. Doch reicht das mir vorliegende Material nicht aus, die Copepodeneier von den anderen Eiern zu trennen und diesen Fehler zahlenmässig festzustellen.

2. Die Protozoen des Meeres-Auftriebs. (Tabelle V—VIII.)

1. Nach Vergleichsfängen, die durch Filtration des Wassers mit Müllergaze Nr. 20 und mit Filtern aus gehärtetem Papier und Seide gewonnen wurden.

Der vertikale Netzzug vor Syrakus (0—104 m) ergab für 1000 Liter Wasser:

Globigerinen 250 Ind.,
Radiolarien 2350 „ (incl. Taxopoden),
Cystoflagellaten 20 „ ,
Tintinnen 475 „ (davon 62 % leere Gehäuse),
Vorticellenkolonien einige Expl.,
Nackte Ciliaten einige Expl. (24 μ lg.).

Diese Zusammensetzung kann bis auf den letztgenannten Organismus als vollständig typisch für das Mittelmeer gelten. Die 3 Ordnungen der mit Skelett oder Gehäuse ausgerüsteten pelagischen Protozoen: Globigerinen, Radiolarien und Tintinnen bilden die Hauptmenge, unter ihnen sind die Radiolarien am häufigsten. Ausserdem sind die Cystoflagellaten und Vorticellen vertreten; erstere durch den von R. Hertwig bei Messina entdeckten Leptodiscus medusoides, letztere durch das 1891 von du Plessis bei Villa franca aufgefundene interessante Zoothamnium pelagicum und einige an pelagischen Diatomeen festsitzende andere Vorticellen. Auffällig ist nur der Fund eines nackten, wahrscheinlich holotrichen Ciliaten von 24 μ Länge, der in dem Zählmaterial einmal gesehen wurde, im konservirten Zustande aber keine genauere Bestimmung mehr zuliess.

Die Vergleichsfänge, die mittelst der Pumpe an derselben Stelle und aus derselben Wassersäule, aber durch Filtration mit Papier- und Seidenfiltern gewonnen wurden, zeigten für 1000 Liter Wasser:

Globigerinen	2125	Ind.,
Radiolarien	3860	„ (incl. Taxopoden),
Cystoflagellaten	26	„
Nackte Euflagellaten	47000	„ (2 Geisseln, 10 μ lg.),
Tintinnen	19900	„
Vorticellenkolonien	einige	Exemplare,
Nackte Ciliaten	35300	Ind. (13 μ lg.).

Die Vorticellenkolonien und Cystoflagellaten zeigen also dasselbe Verhalten wie bei dem Netzfange. Da die Kolonien etwa 250, die Leptodiscen 290 μ im Durchmesser messen, konnten sie natürlich die Netzmaschen nicht passiren und bei gleichmässiger Vertheilung im Wasser mussten daher beide Fänge für sie das gleiche Ergebniss liefern. Auch für die Radiolarien lässt sich ein Verlust durch die Müllergaze nicht nachweisen; denn wenn wir die Zahlen für

Tabelle V.

Menge der Protozoen in einer vertikalen Wassersäule von 0—104 m Tiefe.

Grösse der Formen in μ	Protozoen	In 1000 Litern: 1. Müllergaze Nr. 20	2. Papierfilter	3. Seidentaffet
	I. Sarcodina.			
	1. Rhizopoden:			
40—81	Globigerinen	255	2127	
	2. Radiolarien:			
	a) Peripyliden:			
115—127	Thalassicolliden	v. (2)	v. (38)	
81—196	Spheeroiden	255	279	
70—370	Prunoiden	24	—	
40—920	Discoiden	12	13	
20—400	Larcoiden	12	—	
40—400	Coloniebildende Radiolarien	28	—	
35—127	b) Acanthometriden	996	987	
	c) Monopyliden:			
50—360	Plectoiden	147	190	
40—250	Stephoiden	133	557	
45—104	Cyrtoiden	512	949	
10—10000	d) Phaeodarien	v. (36)	v. (101)	
25—100	3. Taxopoden	243	747	
	II. Zooflagellaten.			
	1. Cystoflagellaten:			
127	Noctiluca miliaris	-	v. (13)	
289—300	Leptodiscus medusoides Htg. .	19	13	
	2. Euflagellaten:			
10	Monadine Nr. 8 (Taf. II, F. 34)	—	—	47059
	III. Ciliaten.			
	1. Holotriche Ciliaten:			
13	Holotricher Ciliat (pag. 39) .	—	5064	35294
24	„ „	v.	—	—

Grösse der Formen in μ	Protozoen	In 1000 Litern: 1. Müllergaze Nr. 20	2. Papierfilter	3. Seidentaffet
	2. Heterotriche Ciliaten:			
360 : 54	Tintinnus fracknoi Dad. . . .	60	494	
99 : 36	„ inquilinus O. Fr. M.	v. (12)	—	
300 : 24	„ acuminatus Cl. & Cl.	15	2026	
225 : 63	Undella hyalina	v.	v. (51)	
117 : 26	„ spiralis Fol.	102	304	
72 : 63	„ claparedi Entz. . . .	35	177	
190 : 50	„ lachmanni Dad. . .	—	139	
	„ sp.	5	139	
108 : 45	Amphorella amphora Dad. . .	v.	1355	
90 : 27	„ ganymedes Dad. .	28	10470	
126 : 27	„ steenstrupi Cl. & L.	—	696	
135 : 108	Cytharocylis cassis Haeck. .	v. (1)	v. (13)	
108 : 63	„ cistellula Fol. . .	v. (25)	v. (51)	
63 : 54	„ acuminata Dad. .	10	—	
80 : 55	„ semireticulata Bd.	45	139	
	„ sp.	5	342	
144 : 90	Tintinnopsis campanula Ehrbg.	2	—	
36 : 20	„ ventricosa Cl. & L.	24	392	
202 : 63	Codonella annulata Cl. & L. .	85	279	
60 : 41	Dictyocysta elegans Ehrbg. .	35	1089	
63 : 45	„ templum Haeck. .	—	595	
	Lanzentintinnen Biederm.*) .	—	342	
	Tintinnode unb.	—	734	
	Tintinnoden alle	490	19827	
	3. Peritriche Ciliaten:			
Ind. 25 Kol. 250	Zoothamnium pelagicum Du. Pl.	v. (3 Kol.)	v. (13 Kol.)	
Ind. 30	Vorticellen auf Chaetoceras .	v. (3 Ind.)	—	

*) R. Biedermann, Ueber die Struktur der Tintinnengehäuse, Kiel, 1892.

beide Fänge als richtig annehmen, so würde ihre Abweichung vom Mittel (3105) nur ± 24% betragen. Eine solche Differenz ist aber für Parallelfänge mit gleichen Apparaten noch keine grosse, erst recht nicht hier, wo ein Netzfang mit einem durch die Pumpe und dichte Filter gewonnenen Fange zu vergleichen ist. Zwar fanden sich in dem Material einige Radiolarien von nur 35, 46 und 57 μ Durchmesser (Acanthomethriden), aber im Allgemeinen besitzen die Radiolarien nicht nur einen grösseren Durchmesser, sondern sind vor allem auch durch ihre Form und die so ausserordentlich zur Ausbildung von Stacheln neigende Skeletart, in manchen Fällen auch noch durch mächtige Gallertumhüllungen an dem Durchschlüpfen durch die Netzmaschen behindert. Zum Theil ist die Uebereinstimmung beider Fänge bei den Radiolarien eine überraschend grosse, so bei den Acanthomethriden, Sphaeroideen und Plectoideen. Sehr kleine Individuen wurden von Sticholonche zuweilen beobachtet (25 und 32 μ lg.), die eine Grösse von 1 mm erreicht. Hier mag die Differenz beider Fänge (240 : 747) also doch zum Theil auf einem wirklichen Verluste durch die Müllergaze beruhen.

Diesen 3 Gruppen gegenüber zeigen sich die anderen Protozoen in den Filterfängen vollständig anders vertreten als in dem Netzfange. Schon bei den Globigerinen ist sicher ein recht grosser Verlust eingetreten (252 : 2127), noch grösser muss er bei den Tintinnen gewesen sein (475 : 19900). Unter den ersteren waren viele Individuen, deren grösster Durchmesser zwischen 40 und 50 μ mass; bei den letzteren aber ist die Grösse des Verlustes nur dann verständlich, wenn die Gehäuse der Tintinnen sich sehr leicht mit ihrer Längsachse in die Richtung des Filtrationsstromes stellen und womöglich mit dem oft zugespitzten Hinterende voran die Maschen des Netzzeuges passiren. Allerdings sind mehrere Formen so zierlich, dass sie bei jeder Lage durchschlüpfen können, so Cytharocylis acuminata, Tintinnopsis ventricosa, Dictyocysta elegans und templum. Aber die meisten Arten haben doch relativ ansehnliche Gehäuse von 100—300 μ Länge, so dass man von vornherein einen so starken Verlust nicht erwarten würde. Die Gestalt, die Glätte und in einigen Fällen (Amphorella ganymedes) auch die Zartheit der Gehäuse begünstigt das Durchschlüpfen indessen sehr, und sowohl bei den Diatomeen wie bei den Peridineen tritt bei ähnlich gebauten Organismen ein ähnlich grosser Verlust hervor. Wie gross der Verlust in Wirklichkeit gewesen ist, lässt sich natürlich in dem vorliegenden Falle nicht genau angeben; nehmen wir indessen zunächst die Zahlen als richtig an, so würden sie einen Verlust von 97,5% anzeigen. In der Ostsee habe ich einen Gesammtverlust der Tintinnen von 69,5% gefunden; da eine Abweichung zweier Fänge um 27% hier sehr wohl möglich ist, braucht der Verlust auch hier nicht mehr als 70% betragen zu haben. Jedenfalls ergiebt sich das unabweisbare Resultat, dass die Müllergaze-Netze völlig unzureichend sind, um irgendwie brauchbare Werthe für die Tintinnen zu gewinnen. Die 3 in Wirklichkeit häufigsten Arten: Amphorella ganymedes (10470 Ind.), Tintinnus acuminatus (2026) und Dictyocysta elegans (1089) schienen nach dem Netzfange seltener als Undella spiralis, Codonella annulata und Tintinnus fracknoi zu sein, obwohl diese nur eine Volksstärke von 304, 279 und 494 Ind. besassen, also gegenüber jenen selten waren.

Die beiden noch nicht besprochenen Organismen: ein Flagellat von 10 μ Durchmesser und ein 13 μ langer, eiförmiger Ciliat mussten bei ihrer sehr geringen Grösse durch die Müller-

gaze ausnahmslos hindurchgehen. Ein Vergleich zwischen dem durch Papierfilter und durch dichten Seidentaffet filtrirten Fang zeigt aber noch einen derartigen Unterschied in der Zahl dieser kleinen nackten Protozoen, dass nothwendiger Weise auch das Papierfilter noch einen bedeutenden Verlust herbeiführen muss. Von den Ciliaten (Tabelle V) ergab das Seidenfilter fast 7 mal so viel wie das Papierfilter; von den Flagellaten (Monadine Nr. 8. Taf. II, Fig. 34.) fanden sich auf dem letzteren garkeine Individuen, auf dem ersteren 47000 Individuen (in 1000 Litern.) Versuche mit dem Cysternenwasser vor Syrakus, welches sehr reich an kleinen Flagellaten und Ciliaten war, liessen denn auch sehr leicht erkennen, dass Flagellaten von 10 und Ciliaten von 19 μ Länge noch in grosser Zahl ein einfaches Filter aus gehärtetem Papier passiren. Selbst durch doppelte Filter gingen noch ziemlich viele Individuen, und vereinzelt gelang es den kleinen Flagellaten sogar durch 4fache Filter sich hindurch zu arbeiten. Jedoch wird die Durchlässigkeit der Papierfilter nicht allein für den Verlust verantwortlich sein, da während der Filtration ja eine Verstopfung eintreten muss. Die Struktur des Papiers, das unter dem Mikroskop einen fast schwammartigen Bau aus ganz regellos sich durcheinander windenden Fasern zeigt und zwischen den einzelnen in vielen Schichten über einander liegenden Fasern unregelmässige Hohlräume und Gänge aufweist, muss einen grossen Theil solcher zarter und sehr kleiner Formen aufsaugen und zerstören, ehe es ihnen gelingt, sich durch das Fasergewirr hindurch zu arbeiten. Der dichte, aus glatten Seidenfäden regelmässig gewebte Taffet verhindert sowohl das Durchschlüpfen wie die Zerstörung im Filter in viel höherem Grade. Der Ciliat war 13 μ lang, eiförmig und liess deutlich eine gleichmässige Cilienbekleidung erkennen, bot aber sonst nichts Charakteristisches. Der Flagellat (Taf. II, Fig. 34) besass einen unregelmässig eiförmigen Körper von nur 10 μ Länge und 2 dicht neben einander, unterhalb des Poles entspringende gleich lange Geisseln von mehr als doppelter Körperlänge. Mit Carmin färbte sich ein runder Kern. Wahrscheinlich handelt es sich hier um Schwärmer, nicht um selbstständige Formen. Obwohl die Individuenzahlen für diese beiden nackten Protozoen im Vergleich zu denjenigen der übrigen Formen sehr hoch erscheinen, so sind dieselben doch thatsächlich sehr gering, da in 1 Liter nur 35 resp. 47 Individuen enthalten gewesen sind. Für Organismen von circa 10 μ Durchmesser ist das, wie man sofort sieht, ein ausserordentlich spärliches Vorkommen, während 20 Tintinnen in einer gleichen Wassermenge schon nicht mehr selten genannt werden können. Ein einziges Thier von Dictyocysta hat ungefähr soviel Masse wie 60 Individuen dieses Flagellaten.

2. Nach fortgesetzten Filtrationen von Wasserproben durch Papier- und Seidenfilter vor Syrakus (Oktober 1900 bis Mai 1901).

Durch diese Filtrationen gelang es allerdings eine Anzahl nackter Protozoen im Wasser nachzuweisen; aber ihr Auftreten war ein sehr unregelmässiges und ausnahmslos spärliches. In $^1/_4$ der Oberflächenfänge wurden garkeine Individuen derselben gefunden und auch in den übrigen Schöpfproben trat meist nur 1 Form auf, selten 3 und nur einmal 4 verschiedene Arten. Am häufigsten wurden kleine eingeisselige, kugelige Flagellaten von nur 3,5 μ Durchmesser beobachtet; sie waren in einigen Filtrationen recht zahlreich, liessen sich aber wegen ihrer Kleinheit und

Tabelle VI.

Vorkommen der Protozoen in 1 Liter von der Oberfläche des Meeres geschöpften Wassers.

Protokollnummer	14	18	19	22	25	30	30′	33	33′	34	36	43	44	45	46	50	56	58′	58″	58‴	59″	60	61	62	63	66	67′	67″	69	71	73	87′	87″	89′	89″	96	106
Beschaffenheit des Filters *)	P	.	.	.	.	Kg	P	Kg	P	.	.	S	.	.	.	.	P	P	.	P	.	.	.	.	P	P	P	P	.	.	.	S	.	.	S	S	.
Menge des filtrirt. Wassers *)	50	.	.	?	30	50	. .	30	.	50	30	0,6	?	0,1	?	0,2	?	0,8	0,8	0,8	0,4	?	.	.	.	.	.	.	.	0,9	0,1	.	.	.	0,2	.
Monat	X.					XI.						XII.				I.	II.									III.						IV.					V.
Tag	12.	16.	19.	23.	30.	9.	.	12.	.	14.	20.	11.	12.	.	.	18.	4.	9.	.	.	11.	14.	20.	22.	23.	2.	4.	.	6.	11.	14.	12.	.	15.	.	26.	11.
Protozoen.	v.	y.	—	—	—	—	v.	—	—	v.	v.	—	—	—	—	—	v.	—	v.	—	v.	—	—	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	v.	—
I. Sarcodinen Bütschli.																																					
1. Rhizopoden:																																					
1. Amoebe Nr. 3 (17 μ) (Taf. II, F. 26)	ns.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Amoebe Nr. 2 (11,5 μ) (Taf. II, F. 25)	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Heliozoen:																																					
Heterophrys marina Hertwg. (6,5 μ)	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Radiolarien:																																					
Sticholonche zanclea	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	—	—	—	—	—	—
II. Zooflagellaten.																																					
1. Euflagellaten:																																					
1. Flagellaten auf Chaetoceras (3¼ μ) (pag. . ., Taf. II, F. 39)	—	v.	—	—	—	—	v.	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Freischwimmende Flagellaten:																																					
a) mit 1 Geissel:																																					
Acraspedine Nr. 2 (3¼ μ) (pag. . ., Taf. II, F. 32)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	2072	523	—	—
b) mit 2 Geisseln:																																					
Heteromastigide Nr. 1 (8,5 bis 10 μ) pag. . ., Taf. II, F. 41)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—
III. Ciliaten.																																					
1. Heterotriche Ciliaten:																																					
1. Halteria pulex Clap. & Lachm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Amphorella ganymedes Dad.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—	—	—	—	—	—
3. „ steenstrupi Cl. & L.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—	—	—	—	—	—
4. Cytharoc. acuminata Dad. .	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	—	—	—	—	—	—	—
2. Hypotriche Ciliaten:																																					
Ciliat von 13 μ Länge	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ns.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Peritriche Ciliaten:																																					
1. Vorticellen auf Chaetoceras (15 : 30 μ)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ns.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Freischwimmende Vorticellen-Individuen (16—34 μ)	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	v.	—	—	v.	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Ciliaten unsicherer Stellung (20—46 μ) Taf. II, F. 47, pag. . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ns.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*) Hier wie in den folgenden Tabellen bedeuten: P gehärtete Papierfilter, Kg Kieselguhrkerzen, S dichter Seidentaffet; die Wassermengen sind in Litern angegeben; . bedeutet „dasselbe wie in der vorhergehenden Rubrik“; — bedeutet „nicht vorhanden“.

Tabelle VII.

Vorkommen der Protozoen in 1 Liter aus Tiefen von 1—630 m geschöpften Wasserproben.

Protokollnummer	78	64	65	92	98	26	27	94	95	107	97	102	105	101	100	99	104	103
Beschaffenheit des Filters	P.	.	.	S.	.	P.	.	S.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Menge des filtrirten Wassers	0,9	?	.	0,1	0,25	30	1	0,1	0,25	.	.	.	.	.	.	0,15	0,5	0,25
Monat	III.	II.	III.	IV.	.	X.	.	IV.	.	V.	IV.	V.	.	.	.	.	.	.
Tag	23.	25.	1.	22.	29.	30.	31.	24.	.	12.	27.	4.	10.	3.	2.	1.	9.	6.
Tiefe in Metern	1	5	.	10	.	20	.	.	.	..	30	50	.	77	155	230	430	630
C. Protozoen.																		
I. Sarcodinen Bütschli.																		
Globigerinen	?	?	?	?	4	—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—
Acanthometriden	?	?	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
II. Zooflagellaten.																		
1. Euflagellaten:																		
1. Flagellaten auf Chaetoceras (Taf. II, Fig. 39)	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	v.	—	—		—	—	—	—
2. Freischwimmende Flagellaten:																		
a) mit 1 Geissel:																		
1. Flagellat Nr. 2 ($3^1/_4$ μ) (Taf. II, Fig. 32)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	sh.	—	v.	sh.	h.	sp.	sp.
2. Flagellat Nr. 6 (10 μ) Taf. II, Fig. 38)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—
b) mit unbekannter Geisselzahl (10 bis 20 μ)	—	—	—	143	—	—	—	—	16	—	—	8	16	—	36	—	—	-
III. Ciliaten.																		
1. Heterotriche Ciliaten:																		
Cytharoc. acuminata Dad.	?	?	?	?	4	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amphorella steenstrupi Cl. & L.	?	?	?	?	—	?	?	—	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—
Tintinnoide unb.	?	?	?	?	—	?	?	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
2. Hypotriche Ciliaten (46 μ)	--	ns.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
3. Peritriche Ciliaten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
4. Ciliaten unsicherer Stellung:																		
Ciliat v. $6^1/_2$—16 μ D., Nr. 2 (Taf. II, Fig. 48)	—	ns.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Farblosigkeit nur sehr schwer zählen. Die in der Tabelle angegebenen Zahlen werden daher zu klein ausgefallen sein. Alle anderen Formen wurden immer nur in einigen Individuen auf den Zählplatten gesehen und können daher im Liter nicht zahlreicher als höchstens 10 Individuen gewesen sein. Am bemerkenswerthesten sind unter ihnen 2 Amoeben, die zwar nur in einem Fange gefangen wurden, von denen aber die eine Art garnicht selten war. Beide gehörten zu den einfacher gebauten Amoeben ohne Sonderung von hyalinem Ectoplasma und feinkörnigem Endoplasma und beide hatten feine borsten- oder fadenförmige Pseudopodien. (Amoebe Nr. 2 und 3, Tafel II, Fig. 25 und 26). Ihre Grösse betrug 11,5 bis 17 μ. Auf welche Weise sie sich im Wasser flottirend erhalten haben, ist mir unverständlich. Auch ist mir nicht bekannt, dass pelagische nackte Amoeben bisher beobachtet wären.[1])

Auch Schöpfproben aus verschiedenen Tiefen ergaben keinen grösseren Reichthum anderer Wasserschichten. Doch wurden Flagellaten noch bei 630 m Tiefe gefunden, während die nackten Ciliaten nur bei 5 m und die Amoeben garnicht unter der Oberfläche beobachtet wurden.

[1]) In der Ostsee habe ich bereits 1900 im Oberflächenwasser Amoeben wiederholt gefunden (Wissenschaftl. Meeresuntersuchg. Abth. Kiel. Bd. 5, pag. 61).

Tabelle VIII.

Vorkommen der Protozoen im Fangapparate der Appendicularien (filtrirte Wassermenge 100 ccm i. Maximum).

	In frisch verlassenen Gehäusen																	In alten Gehäusen		
Protokollnummer	39	40	68	72	74	75	76	77	80	81	83	84	85	88	90	91′	91″	82	86	93
Appendicularienart, zu der die Gehäuse gehörten*)	Oik. rufesc.	"	sp.	longic., alb. coph.	sp.	sp.	albic.	"	coph.	sp.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Wasserschicht, in welcher die Gehäuse gefangen wurden**)	U.	Ob.	Ob.	Ob.	Ob.	U.	U.	U.	U.	U.	U.	U.	U.	Ob.	U.	Ob.	U.	U.	U.	U.
Monat	XI.	.	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV.	.	.	.	.	III.	IV.	.
Tag	26.	28.	6.	13.	15.	18.	22.	22.	26.	27.	29.	30.	1.	13.	16.	19.	.	28.	2.	23.
Protozoen.	v.	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.
I. Sarcodinen.																				
1. Rhizopoden:	v.	—	—	v.	v.	—	v.	v.	—	v.	—	—	v.	1674	v.	v.	v.	v.	v.	v.
1. Amoebe Nr. 4 (13 μ; p. . . .; Taf. II, F. 30)	—	—	—	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	sp.
2. „ „ 5 (20 μ; p. . . .; Taf. II, F. 27)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	v.	—	—	—	—	v.	h.	—
3. „ „ 6 (10 μ; p. . . .; Taf. II, F. 28)	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	v.	—	—	sp.
4. „ „ 1 (20 μ; p. . . .; Taf. II, F. 29)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—
5. „ ohne nähere Charakteristik, aber mit lappigen Pseudopodien (12,5 μ)	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—
2. Heliozoen:																				
Heterophrys marina Hertwg. (27 μ)	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	v.	—	v.	—	—	—
3. Radiolarien:																				
Monocyrtide (30 μ)	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
II. Zooflagellaten.																				
1. Euflagellaten:	v.	v.	v.	—	v.	—	v.	v.	—	v.	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	—	—	—
a) mit 1 Geissel:																				
1. Salpingoeca appendicular. (3—6,5 ; pag. . . .; Taf. II, F. 33)	—	—	—	—	—	—	75	120	—	v.	—	—	v.	—	—	—	—	sh.	ns.	sh.
2. Acraspedina Nr. 2 (3—6 μ; pag. . . .; Taf. II, F. 32)	v.	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	v.	v.	—	—	h.
3. „ (8,5 μ)	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. „ Nr. 5 (17,5 μ; pag. . . .; Taf. II, F. 46)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—
5. „ „ 1 (19,5 μ; pag. . . .; Taf. II, F. 31)	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b) mit 2 Geisseln:																				
1. Rhynchomonas marina nov. sp. (10—45 μ; pag. . . .; Taf. II, F. 42—45)	—	v.	v.	—	—	—	—	—	v.	—	—	v.	—	18	v.	—	v.	—	—	v.
2. Heteromastigide Nr. 1 (8—10 μ; pag. . . .; Taf. II, F. 41)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	h.
3. Acraspedine Nr. 7 (10 μ; pag. . . .; Taf. II, F. 36)	—	—	sh.	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—
III. Ciliaten.																				
1. Holotriche Ciliaten:																				
1. Nr. 1 (39 μ; pag. 50; Taf. II, F. 49)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—
2. Andere Formen (30)	—	—	—	—	—	—	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Heterotriche Ciliaten:																				
1. Tintinnopsis ventricosa Cl. & L. (35 : 45 μ)	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Strombidium tintinnodes Cl. & L. (32 μ)	—	—	—	—	—	—	v.	v.	—	v.	—	—	—	6	v.	—	—	—	—	-

*) Oik. sp. = Oikopleura spec. unbestimmt. Oik. rufesc. = Oikopleura rufescens Fol. Oik. longic. = Oikopleura longicauda Vogt. Oik. alb. = Oikopleura albicans Leuck. Oik. coph. = Oikopleura cophocerca Gegenb.

**) Ob. = an der Oberfläche gefangen. U. = einige Meter unter der Oberfläche gefangen.

3. Nach dem Inhalte des Fangapparates der Appendicularien.

Obwohl auch von diesen Fängen noch 12% keine nackten Protozoen enthielten, war doch die Menge der Arten und Individuen eine sehr viel grössere als in den Filterfängen und selbst wenn man annehmen wollte, dass trotz der Kürze der Zeit eine erhebliche Wucherung in dem Fangapparat selbst eintreten könnte, müsste doch das Meerwasser in Wirklichkeit erheblich reicher an Protozoen sein als jene Filterfänge angeben. In Gehäusen, die in Seewasser 25 Tage lang aufbewahrt und von Zeit zu Zeit untersucht wurden, entwickelten sich eine kleine 6—11 μ lange Amoebe (Nr. 6, Tafel II, Fig. 28), die nur 3 μ grossen eingeisseligen Flagellaten (Monadine Nr. 2, Fig. 32) und ein wurmförmiger 8—10 μ langer Flagellat mit 2 Geisseln (Heteromastigide Nr. 1, Taf. II, Fig. 41) in beträchtlicher Menge. Ausserdem kam in alten, von Bakterien durchwucherten Gehäusen, die frisch gefangen waren, Salpingoeca appendiculariae z. Th. sehr häufig vor. Bei diesen 4 Formen wäre also Vorsicht in der Verwendung der Resultate empfehlenswerth. Da aber die meisten Gehäuse nur wenige Stunden alt zur Untersuchung gekommen sein müssen, um so mehr als nur solche mit schwach gefülltem Fangapparate ausgewählt und, wenn möglich, noch vom Thiere bewohnte Gehäuse genommen wurden, so kann die Wucherung nur ausnahmsweise von Bedeutung geworden sein. Kent[1]) giebt an, dass Heteromita, von der mehrere Exemplare auf der Oberfläche eines alten Gehäuses (Protokollnummer 93) sich angesiedelt hatten, in Infusionen schon nach 11 Stunden erscheint und dann in wenigen Stunden sich rapide vermehrt. Salpingoeca trat dagegen erst am 4ten Tage auf, behielt dann aber einige Wochen hindurch die Herrschaft in den Infusionen. Im Fangapparate der Appendicularien wird die Entwicklung und Vermehrung der Flagellaten kaum schneller erfolgen; für frisch verlassene Gehäuse kommt daher eine nachträgliche Wucherung nicht in Betracht. Die Formen, die im Fangapparate frisch verlassener Gehäuse der Appendicularien in grosser Menge sich finden, müssen auch im umgebenden Wasser sehr zahlreich leben; sie können aber sehr wohl im Fangapparat in einen andern Zustand übergegangen sein. Dies ist sicher der Fall bei einem Theil der Salpingoeca, die meist frei schwimmend ohne Gehäuse in dem Fadenwerk der Reuse sich findet, aber z. Th. auch ein sehr zartes Gehäuse gebildet und sich mit einem kurzen Stiele festgesetzt hat. Nach Kent genügen für beide Vorgänge wenige Minuten. Ebenso könnte ein Theil der Amoeben (Nr. 1, Taf. II, Fig. 29) aus im Meere treibenden Flagellaten ähnlichen Schwärmern entstanden sein, wie sie den in Algenzellen parasitirenden Zoosporidien eigenthümlich sind[2]). Aber für die Amoeben mit lappigen Pseudopodien und gut differenzirtem Ectoplasma ist solche Annahme nicht möglich.

Was am meisten an dem Inhalte der Fangapparate auffällt ist die Häufigkeit der Amoeben, von denen 4 verschiedene Formen beobachtet wurden. In einem Gehäuse wurden nicht weniger als 1674 Amoeben gezählt, in 1 Liter Meerwasser müssen danach mindestens 16740 gewesen sein. Heliozoen wurden mehrfach, aber immer nur vereinzelt gefunden. Eine sehr merkwürdige Form ist endlich Rhynchomonas marina, die recht häufig im Meere leben muss. Die kleinsten Individuen waren nur 10 μ lang und sehr zart; die grösseren aber schienen eine

[1]) Sav. Kent, A Manuel of Infusoria, London, 1880—1882.
[2]) Delage & Hérouard, La cellule et les protozoaires, Paris, 1896.

derbe Membran zu besitzen und enthielten in der hinteren Körperhälfte einen kugeligen diatominfarbenen Körper. In alten, von Bakterien durchwucherten Gehäusen gingen sie zur Bildung von Ruhestadien über.

Unter den Ciliaten ist Strombidium tintinnodes beachtenswerth, das schon Entz aus dem Golf von Neapel beschrieben hat. Es soll hier „hin und wieder schaarenweise im pelagischen Auftrieb" auftreten [1]).

4. Zusammenfassung und Schlüsse:

Im Auftrieb des Meeres sind alle Abtheilungen der Protozoen vertreten; neben den Foraminiferen und Radiolarien kommen auch nackte Amoeben und Heliozoen vor; ausser den Cystoflagellaten findet sich eine Reihe von Euflagellaten; mit den Tintinnen und Vorticellen zusammen treten holotriche, nackte heterotriche und hypotriche Ciliaten auf.

Die Müllergaze fängt davon nur die Cystoflagellaten vollständig, die Radiolarien nahezu vollständig, während von den Foraminiferen und Tintinnen nur $^1/_3$ oder $^1/_4$ gefangen wird und alle übrigen Protozoen bis auf einige wenige Individuen, die durch lokale Verstopfung des Netzzeuges festgehalten werden, ganz verloren gehen.

Durch die Verwendung von Papier- oder Seidenfiltern werden alle mit einem Gehäuse oder Skelet ausgerüsteten Formen vollständig gefangen, ebenso ein grosser Theil der widerstandsfähigeren nackten Ciliaten. Aber die empfindlicheren Euflagellaten gehen zum grossen Theil, die nackten Amoeben fast alle zu Grunde.

Nur in ganz wenigen Fällen treten übrigens die nackten Protozoen in erheblicher Menge auf und zwar wurden bisher nur die wenig über 3 μ grossen eingeisseligen Flagellaten Nr. 1, sowie Amoeben und Salpingoeca appendiculariae in grosser Zahl beobachtet. Das Volumen eines Individuums dieser kleinen Organismen berechnet sich auf etwa 25, 75 und 65 $c\mu$, und wenn sie daher nicht in sehr grosser Zahl auftreten, machen sie nur einen ganz unbedeutenden Bruchtheil des gesammten Auftriebs aus. Die 3350 Amoeben, welche nach dem Inhalte des Appendiculariengehäuses Nr. 88 in 1 Liter Oberflächenwasser am 13. April gelebt haben müssen, würden etwa dasselbe Volumen wie die in derselben Wassermenge gleichzeitig vorhandenen 950 Coccolithophoriden ausgemacht haben. Die Gymnodinien und nakten Chrysomonadinen repräsentirten je die doppelte Masse.

Nicht gefangen wurden die Schwärmer der Cystoflagellaten (Noctiluca, 20—26 μ lg.), obwohl dieselben sehr leicht kenntlich sein müssen, und die zweigeisseligen Schwärmzellen der Radiolarien. Auch Schwärmer von Acineten, die an pelagischen Thieren schmarotzen, müssen vorkommen, ebenso Sporen der vielen in Meeresthieren parasitirenden Sporozoen. Denn abgesehen von den Meeresfischen hat man trotz der noch sehr lückenhaften Kenntnisse auch in Sagitten, Copepoden, Salpen und Hyperiden Sporozoen nachgewiesen [2]).

[1]) Mittheilung. Zoolog. Stat. Neapel, Bd. 5. 1884.
[2]) Alph. Labbé, Sporozoa in „das Thierreich". 5. Lieferung, 1899.

Anhang.

Kurze Charakterisirung der beobachteten neuen oder sonst bemerkenswerthen Protozoen.

1. Amoeben.

Die recht beträchtliche Anzahl von Amoeben, die in freier See gefunden wurden, bilden eines der überraschendsten Resultate dieser Untersuchungen. Zwar sind verschiedene rhizopodenartige nackte Protisten bekannt[1]), die ihrem Baue nach zweiffellos den Amoeben (Chloramoeba, Chrysamoeba) oder Heliozoen (Dimorpha) eingereiht würden, wenn sie nicht 1 oder 2 persistirende Geisseln besässen, mittelst welcher sie wie Flagellaten sich schwimmend fortbewegen. Auch beobachtete ich im März eine solche Art thatsächlich in einem Gehäuse (Monadine Nr. 1); aber bei den hier beschriebenen Formen fehlte eine Geissel ganz sicher. Die meisten Individuen krochen ferner ganz nach Art benthonischer Amoeben auf der Unterlage umher; nur einmal sah ich ein Exemplar in eigenthümlich wackelnder, unsicherer und langsamer Bewegung im Fangapparat einer Appendicularie schweben; dabei sandte es fortwährend vom Rande des ovalen, leicht gestreckten Körpers stumpflappige kurze Pseudopodien aus, ohne jedoch dieselben zum Kriechen zu benutzen. Am Vorderende lag eine grosse Vakuole und ich vermuthe, dass diese das Thier im Wasser schwebend erhielt, die Pseudopodien aber durch ihre Formänderung die wackelnde Bewegung hervorriefen.

a) Amoeben ohne Sonderung von hyalinem Ecto- und körnigem Endoplasma und mit feinen borsten- oder strahlenförmigen Pseudopodien (Proteomyxa Delage & Hérouard).

1. Amoebe Nr. 1. (Tafel II, Fig. 29).
   Unregelmässig geformter Rumpf von circa 20 μ Durchmesser mit sehr feinen, reich verästelten und vielfach anastomosirenden Pseudopodien. Plasma feinkörnig, hell; Pseudopodien mit Körnchenströmung. Mehrere Individuen stehen durch die Pseudopodien mit einander in Verbindung. — Im Fangapparat von Oikopleura — 13. IV.

2. Amoebe Nr. 2. (Tafel II, Fig. 25).
   Kugeliger oder eiförmiger bis spindelförmiger Rumpf von 11—12 μ Durchmesser, der nur sehr wenige feine borstenförmige Pseudopodien entsendet. Etwa 20 Individuen sind zu einem unregelmässigen Haufen vereinigt und hängen mit den selten anastomosirenden Pseudopodien zusammen. — Im Oberflächenwasser über 200 m Grund — 12. X.

3. Amoebe Nr. 3. (Tafel II, Fig. 26),
   Einzeln lebende Amoebe von unregelmässiger Form und etwa 17 μ Körperlänge; von der Peripherie entspringen kurze borstenförmige Pseudopodien einzeln oder zu Büscheln vereint, selten leicht verzweigt, nie anastomosirend. Plasma hell, feinkörnig. — Im Oberflächenwasser über 200 m Grund — 12. X. — Häufig.

[1]) Senn, Flagellaten in: Die natürlichen Pflanzenfamilien von Engler & Prantl, Theil I, Abth. 1a, 1900.

b) Amoeben mit Sonderung von hyalinem Ecto- und körnigem Endoplasma und mit lappigen Pseudopodien (Gymnamoeba Hertwig).

1. Amoebe Nr. 4. (Tafel II, Fig. 30).

Körper von rundlichem bis ovalem Umriss, 10—13 μ Durchmesser, mit 1 oder 2 breiten, kurzen gerundeten hyalinen Pseudopodien; das übrige Plasma hell aber körnig, ab und an mit zahlreichen stark lichtbrechenden Körpern unregelmässiger Form (Excret?). Grosser Kern; grosse Vakuole. Die Bewegung ist kriechend oder besteht in einem wackelnden unsicheren Flottiren unter wechselnder Aussendung von Pseudopodien. — Im Fangapparat der Oikopleuren — 13. und 15. III., 23. IV.

2. Amoebe Nr. 5. (Tafel II, Fig. 27).

Körper rundlich, aber durch die Bildung vieler kurzer lappiger Pseudopodien von schnell wechselnder Form und Zahl sehr verschieden gestaltig; die Pseudopodien gehen nicht nur vom Rande sondern auch von der Oberfläche des kriechenden Thieres aus. Grosser bläschenförmiger Kern und 2 Vakuolen. Rumpfplasma körnig, hell; Pseudopodien hyalin, 20 μ gross. — Im Fangapparat der Oikopleuren. — 27. III. und 1. IV.

3. Amoebe Nr. 6. (Tafel II, Fig. 28).

Körper beim Kriechen gestreckt, schmal, glattrandig, 10 μ lang. Vorderende stumpf gerundet aus hyalinem Ectoplasma gebildet; Hinterende vor dem hyalinen Saume mit Vakuole; der Saum selbst trägt ab und an einen Kranz kurzer borstenförmiger Pseudopodien. Jedoch ist die Gestalt sehr veränderlich. — Im Fangapparat der Oikopleuren, z. Th. ausserordentlich zahlreich. — 22. III., 13. und 23. IV.

2. Euflagellaten (ohne Chromatophoren).

a) Acraspedina mit nur 1 Geissel:

1. Monadine Nr. 1. (Tafel II, Fig. 31):

Rundliche bis ovale Zelle von veränderlicher Gestalt mit ganz zarter Membran oder nackt; Plasma hell, farblos, mit vielen stark lichtbrechenden Körpern; eine lange feine Geissel, mittelst welcher das Thier sehr schnell rotirend schwimmt. Durchmesser der Zelle 23 μ. — Im Fangapparat von Oikopleura. — 6. III.

Das Thier erinnert sehr an eine pseudopodienlose Amoebe; die Geissel ist auffällig zart und schwer wahrnehmbar. Pseudopodienbildung habe ich nicht beobachtet. Vielleicht gehört es in die Nähe von Mastigamoeba F. E. Schulze.

2. Monadine Nr. 2. (Tafel II, Fig. 32):

Unregelmässig rundlicher, farbloser Körper mit einer kurzen Geissel; das Schwimmen geht wackelnd und zitternd vor sich. Die Flagellaten sind nur 2—3,5 μ gross und kommen, besonders in alten Gehäusen, aber auch im Wasser, ab und an in sehr grosser Menge vor. — In Schöpfproben von der Oberfläche und aus Tiefen bis zu 630 m Tiefe wiederholt; ebenso in frischen und alten Gehäusen von Oikopleura.

3. Monadine Nr. 3. (Tafel II, Fig. 39 u. 40):
Kugeliger Körper mit einer kurzen Geissel, die unter lebhaften Undulationen in einer Trichterfläche kreist. Auf den Borsten von Diatomeen meist paarweise festsitzend, seltener auf dem Wandskelett der Zelle. Oft sehr häufig. Durchmesser 3,25 μ. — In verschiedenen Schöpfproben von der Oberfläche im Oktober und November.

4. Monadine Nr. 4. (Tafel II, Fig. 37):
Gestreckt birnförmiger Körper, wahrscheinlich leicht metabolisch, 8,5 μ lang; kleiner stark lichtbrechender Körper (kr.) im farblosen Plasma; am stumpfen breiten Pole eine Geissel von etwa doppelter Rumpflänge. — Im Fangapparate von Oikopleura. — 28. XI.

5. Monadine Nr. 5. (Tafel II, Fig. 46):
Gestalt breit aber flach; am Geisselpol gradlinig abgeschnitten, hinter der Mitte der Länge am breitesten, nach beiden Polen hin verjüngt; geisselfreier Pol gerundet. Geissel kurz, etwa körperlang. Rumpflänge 17,5 μ. — Im Fangapparat von Oikopleura. — 16. IV.

6. Monadine Nr. 6. (Tafel II, Fig. 38):
Gestalt breit eiförmig, abgeplattet mit dornförmiger, wenigstens an einer Seite scharf vom Rumpf abgesetzter Spitze am geisselfreien Pole. Sehr blass und zart, völlig farblos. Geissel von etwa doppelter Rumpflänge. Körper mit Spitze 13 μ lang. — In Schöpfprobe aus 20 m Tiefe in 800 m tiefem Wasser. — 12. V.

b) Acraspedina mit 2 gleichlangen Geisseln:

7. Monadine Nr. 7. (Tafel II, Fig. 36):
Ei- bis birnförmiger, aber metabolischer Körper, der an seinem zugespitzten Pole 2 gleichlange, den Rumpf um mehr als das Doppelte an Länge überragende Geisseln trägt; 10 μ lang. — Im Fangapparat von Oikopleura. — 6. III.

8. Monadine Nr. 8. (Tafel II, Fig. 34):
Kugelig, eiförmig oder birnförmig, jedoch nur im konservirten Zustande beobachtet. Die beiden Geisseln entspringen unterhalb des Poles und sind von mehr als doppelter Körperlänge; wahrscheinlich Schwärmstadien; 10 μ lang. — Im Meerwasser. — 19. XII.

c) Craspedina:

9. Salpingoeca appendiculariae nov. sp. (Taf. II, Fig. 33):
Diese Flagellate wurde wiederholt in den Fangapparaten der Oikopleurinen beobachtet und zwar sowohl in frisch verlassenen wie in alten Gehäusen. In letzteren trat sie meist in grosser Menge auf.

Nur ein Theil der Individuen sass an den Fäden und Wandungen des Fangapparates fest; der grösste Theil schwamm unter kreisender Bewegung des Rumpfes umher oder schob sich langsam, amoebenartig vorwärts, ohne Pseudopodien zu bilden, aber unter Veränderung der Gestalt. Der Rumpf ist eiförmig bis kugelig, 3—6,5 μ lang, und enthält in dem farblosen Plasma eine grosse Vakuole und einen Kern. Der sehr

zarte Kragen hat Körperhöhe und die feine Geissel ist etwa 7 mal so lang wie der Körper. Beide Eigenschaften charakterisiren die Art gut. Das kelchartige Gehäuse ist sehr blass, ganz kurz gestielt und nach vorn leicht verjüngt. Alle von mir beobachteten Individuen hatten einen vollständig ausgebildeten Kragen, während bei den verwandten Arten der Kragen und das Gehäuse erst nach dem Festsetzen ausgebildet wird, das junge Thier also zuerst mit einem Fortsatz des Zellleibes sich anheftet, dann einen Kragen und schliesslich ein Gehäuse bildet. Die Bildung des letzteren soll, nach Kent, nur wenige Minuten in Anspruch nehmen. Die vorliegende Art zeichnet sich also auch dadurch aus, dass sie länger als die anderen Spezies frei umherschwimmt.

Auch die Salpingoeca entwickelt sich in Salzwasser-Heuinfusionen nach Kent vorzüglich und bildet dann zahlreiche 2,5 μ grosse Schwärmer. Ein Theil der kleinsten Flagellaten in den alten Gehäusen mag daher aus solchen jungen Zuständen von Salpingoeca bestanden haben.

d) Heteromastigiden:

10. Heteromastigide Nr. 1. (Tafel II, Fig. 41):

Der langgestreckte, stabförmige Körper von 8—10 μ Länge trägt dicht unter dem einen Pole 2 feine Geisseln, von denen die kürzere etwa körperlange beim Schwimmen nach vorn gerichtet ist, während die $^1/_2$ mal längere 2. Geissel nachschleppt. Der Rumpf scheint leicht metabolisch zu sein, da bald das vordere, bald das hintere Körperende das dickere war. — Im Fangapparat alter, schon längere Zeit vom Thiere verlassener Gehäuse von Oikopleuren, z. Th. häufig. — 23. IV. und 8. V.

11. Rhynchomonas marina nov. sp. (Tafel II, Fig. 42—45):

Diese interessante Art ist von mir bei Syrakus nur in den Fangapparaten der Appendiculariengehäuse gefunden; doch habe ich sie nachträglich im offenen Atlantischen Ocean im freien Wasser angetroffen. Sie muss im Meere sehr verbreitet sein und in ziemlicher Zahl auftreten, aber durch die Filtrations- und Fangapparate leicht zerstört werden.

Es lassen sich 3 Stadien unterscheiden: a) ein activer Jugendzustand (Fig. 42), in welchem das Thier nur 10 μ lang ist und einen blassen, farblosen Zellleib besitzt. Der Rumpf ist gestreckt birnförmig und am vorderen Pol in einen sehr beweglichen kurzen Fortsatz ausgezogen, an dessen Basis eine körperlange, feine, nach hinten gerichtete Geissel entspringt. Im Zellleibe liegt nahe dem hinteren Pole ein farbloser kugeliger Körper und vor demselben eine quer den Körper durchsetzende Masse kleiner, unregelmässig geformter, stark lichtbrechender Körperchen. b) ein actives älteres Stadium, (Taf. II, Fig. 43), in dem der Flagellat bis zu 45 μ lang wird, der bewegliche Fortsatz zu einem scharf vom Rumpf abgesetzten fadenförmigen Rüssel ausgewachsen ist und die Geissel den Rumpf erheblich an Länge überragt. Von der Wurzel der Geissel und des unermüdlich tastenden Rüssels aus ziehen mehrere Furchen nach hinten, von denen die eine ein Mundfeld abzugrenzen schien. Doch konnte eine Oeffnung

oder ein Schlund nicht entdeckt werden. Nur eine flaschenförmige Vakuole lag in der Nähe dieser Furche hinter dem vorderen Pole. Die den Rumpf quer durchsetzende Schicht von stark lichtbrechenden Körpern ist unverändert; hinter ihr aber hat sich ein grosser gelbbrauner diatominfarbener Klumpen ausgebildet, der in einigen Fällen Spuren von Schichtung erkennen liess. Dicht unter dem hinteren Pole lagen 1—3 blasse, farblose, kugelige Körper. Die Gestalt des Thieres ist in diesem Alter nur noch sehr wenig veränderlich, gestreckt eiförmig bis spindelig. In diesem Stadium habe ich die Art am häufigsten sowohl im freien Wasser wie in den Gehäusen beobachtet. c) ein geisselloses festsitzendes Stadium (Taf. II, Fig. 44, 45), das an Grösse etwas hinter dem vorigen zurücksteht, da der Rumpf sich verkürzt und birnförmig wird, aber zweifellos unmittelbar aus ihm sich entwickelt. Der fadenförmige Rüssel und die grosse, diatominfarbene Masse im hinteren Rumpfabschnitt sind unverändert geblieben; aber mit dem Rüssel hat das Thier sich irgendwo verankert und vom Körper hat sich eine feine Cuticula abgehoben, die nur am vorderen Pole noch mit dem Körper zusammenhängt. Sie hebt sich immer mehr vom Rumpfe ab und bildet schliesslich eine weite kugelige Blase, in der das Thier mit der Rüsselbasis aufgehängt ist. Die stark lichtbrechenden Körperchen sind vollständig verschwunden. Dieses Stadium wurde nur in den Gehäusen der Appendicularien beobachtet. Es ist aber wahrscheinlich, dass es auch ausserhalb der Gehäuse als Schmarotzer an anderen Thieren sich findet. Aeusserlich haben die birnförmigen Körper eine gewisse Aehnlichkeit mit den ectoparasitischen Zuständen von Gymnodinium pulvisculus Pouchet, die oft in grosser Zahl an Appendicularien und anderen Auftriebthieren schmarotzen. Vielleicht sind sie bisher immer für diese Formen gehalten und nicht von ihnen getrennt.

Den weiteren Entwicklungsgang habe ich nicht beobachten können. Der Verlust der Geissel und die offenbar durch die Ausscheidung irgend einer Substanz bewirkte blasenartige Abhebung der äusseren Cuticula spricht dafür, dass dies letzte Stadium einen für die Art charakteristischen Ruhezustand einleitet; ob derselbe aber von einer Sporen- oder Schwärmerbildung gefolgt ist, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

Scherffel hat 1900 eine in den Kolonien von Phaeocystis lebende Oxyrrhis-Art beschrieben[1]), die durch einen grossen kugeligen, im hinteren Rumpfabschnitte liegenden braunen Körper sehr auffällt. Scherffel hält ihn für einen Nahrungsballen und sagt, dass derselbe für die Art „sehr charakteristisch“ sei. Das vordere spitz ausgezogene Rumpfende bildet einen beweglichen Rüssel. Auch die Gestalt hat Aehnlichkeit mit unserer Form. Aber Oxyrrhis trägt 2 gleichlange Geisseln. Sie zehrt nach Scherffel die Zellen der Phaeocystis auf. Ich habe nur einmal in einem Gehäuse von Oikopleura rufescens (28. XI.) kleine Oxyrrhis beobachtet. Die Thiere waren aber vollständig farblos, ohne braunen Nahrungsballen und ihre 2 gleichlangen Geisseln waren kürzer als der sehr contractile, metabolische Körper.

[1]) Phaeocystis globosa nov. sp., Wissenschaftl. Meeresuntersuchung. Bd. 4. Abth. Helgoland. 1900.

12. Heteromita ionica nov. sp. (Taf. II, Fig. 35).

Körper rundlich, auf der Geisseln tragenden Fläche leicht eingebuchtet. Am Vorderende der Bucht entspringt eine lange, feine, etwa die vierfache Körperlänge besitzende Geissel, die frei undulirend hin und her schwingt. Nahe der Buchtmitte ist eine zweite Geissel inserirt, mit der das Thier auf einem festen Substrat sich festheftet und die also als Stiel dient. Die Zelle enthält eine auffällig grosse Vacuole. Die Art hat nur einen Rumpfdurchmesser von 4 μ und gehört daher zu den kleinsten Formen der Gattung. — Ich fand sie nur einmal (24. IV.) in mehreren Individuen auf der Aussenfläche eines Oikopleurengehäuses, das ganz von Bacterien durchwuchert war, und also schon längere Zeit leer umhergetrieben haben musste. Nach Kent entwickeln sich Heteromiten in Heuaufgüssen in grosser Menge; es ist daher möglich, dass ein Theil der ab und an in alten Gehäusen in grosser Zahl vorkommenden nur 2 μ grossen Flagellaten Sporen dieser Heteromita sind.

3. Ciliaten.

1. Holotricher Ciliat Nr. 1. (Taf. II, Fig. 49).

Körper gestreckt, vorderer Pol zugespitzt, hinterer abgerundet. Der ganze Körper ist mit dicht stehenden feinen Cilien bedeckt, nur am hinteren Ende steht eine spitz auslaufende Geissel von nicht ganz halber Körperlänge. Dicht vor ihr liegt im Plasmaleibe eine Vacuole. Die Hautschicht des Rumpfes ist ziemlich dick und homogen, die Cilien sind auf ihr in deutlich hervortetenden Längsreihen angeordnet. Bei einem Exemplar lagen unter der Hautschicht scheibenförmige farblose Plättchen in grosser Zahl, bei einem anderen Individuum fehlten diese Scheiben vollständig. An der linken Seite des Thieres befindet sich ein etwas lamellös vorspringender Mundsaum. Rumpflänge 39—43 μ. Die Art steht Uronema Dujard. nahe; aber nach Cohn (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. 16 p. 275) soll sowohl hier wie bei Pleuronema Dujard. die Geissel am Hinterende steif sein und als Springborste dienen, während dieselbe bei der vorliegenden Art schlaff war und beim Schwimmen des Thieres einfach nachschleppte. — Die Art wurde nur einmal in mehreren Exemplaren in dem Fangapparate einer Oikopleura beobachtet (13. IV.).

2. Ciliaten unsicherer Stellung Nr. 1 (Taf. II, Fig. 47) und Nr. 2 (Taf. II, Fig. 48).

Auch diese Formen wurden nur sehr spärlich gefunden, aber beide im freien Wasser. Nr. 1 ist wurmförmig mit flacher nackter Bauchfläche und gewölbter, dicht und gleichmässig mit langen feinen Cilien bedeckter Rückenfläche. Das Plasma ist farblos, feinkörnig, ohne im Leben erkennbare Differenzierungen. Die Rumpflänge betrug 20—46 μ. Beim Schwimmen war das Thier leicht ventral gekrümmt und rotirte fortwährend um den Krümmungsmittelpunkt. — Nr. 2 ist rundlich nur 6—16 μ gross und allseitig von sehr langen Cilien bekleidet. Im feinkörnigen Plasma waren keine Organe zu erkennen. Das Thier drehte sich im Schwimmen um sich selbst.

3. Die Protophyten des Meeres-Auftriebs (Tabelle IX—XI).

1. Nach Vergleichsfängen, die durch Filtration des Wassers mit Müllergaze Nr. 20 und mit Filtern aus gehärtetem Papier sowie aus Seide gewonnen wurden (Tabelle IX). (Die Zahlen gelten für 1000 Liter).

Die einzelligen Pflanzen sind am Fangtage sehr gleichmässig im Meere vertheilt gewesen. Dies zeigen zunächst die Zahlen der wenigen Organismen, welche nicht, oder nur in sehr geringem Grade durch die Maschen der Müllergaze hindurchschlüpfen und gleichzeitig in solcher Anzahl vorkommen, dass ihre Zählungen zuverlässige Resultate geben konnten: Ceratium tripos, candelabrum und die monströsen Formen von fusus (var. extensum und concavum):

	Mittel	absolute Abweichung vom Mittel	% Abweichung vom Mittel
Ceratium tripos	1166	± 24,5	± 2 %
„ candelabrum	110	± 21,0	±19 %
„ fusus var.	94	± 4,5	± 5 %

Denselben Eindruck erhält man, wenn man aus den Zahlen für beide Fänge die Verlustziffern für den Müllergazefang berechnet und sie mit den für die Ostsee erhaltenen Verlustziffern vergleicht. Bei 6 Arten ist die Differenz weniger als 5 %, nur bei 4 Arten mehr als 20 %. Am meisten weichen die Kettenzellen von Chaetoceras (38,9 %) und Rhizosolenia alata (23,9 %) ab, die also wohl etwas ungleichmässig vertheilt gewesen sein mögen. Doch ist bei so starker spezifischer Verschiedenheit des Auffriebs, wie sie zwischen der Ostsee und dem Mittelmeere besteht, von vornherein keine genaue Uebereinstimmung der Verlustziffern zweier Fänge zu erwarten. Es betrug der Verlust des Müllergazefanges gegenüber dem Filterfange

bei:	in der Ostsee	im Mittelmeere	Differenz
Dinophysis rotundata	100,0 %	100,0 %	± 0
Coscinodiscus, weniger als 25 μ i. D.	98,6 %	98,4 %	— 0,2
Nitschia closterium	97,2 %	99,4 %	+ 2,2
Naviculinen, kleine Arten	100,0 %	97,7 %	— 2,3
Thalassiothrix nitschioides	87,3 %	84,7 %	— 2,6
Ceratium tripos	0,8 %	4,2 %	+ 3,4
„ fusus	58,8 %	52,4 %	— 6,4
Sceletonema costatum	92,8 %	100,0 %	+ 7,2
Chaetoceras, Auxosporen	100,0 %	91,0 %	— 9,0
Pleurosigma	83,9 %	98,0 %	+14,1
Diplopsalis lenticula	62,3 %	77,6 %	+15,3
Ceratium furca	83,7 %	100,0 %	+16,3
Peridinium globulus	79,5 %	98,8 %	+19,3
Guinardia	50,0 %	70,6 %	+20,6
Rhizosolenia alata	47,7 %	71,6 %	+23,9
Chaetoceras, Kettenzellen	31,1 %	70,0 %	+38,9

Tabelle IX.

Zahl der in einer Wassersäule von 0—104 m Tiefe und 1000 Liter Inhalt enthaltenen Protophyten.

Grösse der Formen [1]	Protophyten	In 1000 Litern 1. Müllergaze Nr. 20	2. Papierfilter	3. Seidentaffet
	A. Schizophyten.			
	Phycochromaceen:			
6,5 μ	Zellen einzeln, blaugrün, 6,5 μ	—	v.	v.
	B. Diatomeen.			
11 μ D.	Thalassiosira Cleve.	33	722	
10 μ d., 16 μ lg.	Sceletonema costatum Grev.	—	418	
	Coscinodiscen, über 100 μ D.	2	—	
	„ 35—80 μ D.	73	2507	
	„ weniger als 24 μ D.	66	3937	
40—100 μ D.	Asteromphalus Ehrbg.	56	595	
23—53 μ D.	Dactyliosolen Castr.	424	8444	
23 μ D.	Guinardia Perag.	931	3165	
289 μ D.	Rhizosolenia temperei Perag.	16	—	
75 μ D.	„ robusta Norman., var. Castr.	22	-	
10 μ D.	„ calcar avis.	243	418	
10—25 μ D.	„ alata	1143	4013	
	„ sp.	261	1266	
12—13 μ D.	Bacteriastrum varians Laud.	8330	18775	
12—35 μ D.	Chaetoceras Ehrbg., Kettenzellen	44317	149793	
6,5 μ D.	„ „ Auxosporen	2874	41348	
	Triceratium Ehrbg.	1	—	
	Biddulphien	27	—	
23—35 μ D.	Hemiaulus	4451	12027	
20 μ lg.	Synedra holsatiae	6992	19408	
5—6,5 μ d.	Thalassiothrix nitschioides Grun.	34962	227855	320588
13 μ br.	Asterionella spathulifera Cleve.	2254	34600	
5—6,5 μ d.	Naviculinen, kleine Ind.	197	8444	38235
100 μ lg.	Pleurosigma W. Sm.	15	798	
6,5 μ d., 58 μ lg.	Nitschia closterium W. Sm.	294	44718	
	C. Peridiniales.			
	I. Gymnodiniaceen.			
	1. Pyrocysteen:			
70—500 μ	Pyrocystis noctiluca Murray	65	—	
500 μ	„ fusiformis Murray	1	—	
138	„ lunula Schütt	1	—	
	2. Gymnodinieen	—	31971	152940
	Gymnodinien alle	—	31971	152940
23—40 μ lg.	Amphidinium	—	8443	
11—35 μ	Gymnodinium	—	23528	
25—40 μ	Pouchetia	—	v.	
15—47 μ	Spirodinium	—	v.	
	II. Prorocentraceen.			
32,5 μ lg.	Prorocentrum micans Ehrbg.	—	v.	
	III. Peridiniaceen.			
115 μ br., 145 μ lg.	Ceratium tripos Nitsch	1141	1190	
35 μ br., 115 μ lg.	„ furca Dujd.	—	1722	
70 μ br., 185 μ lg.	„ candelabrum Stein	131	89	
21 μ d., 352 μ lg.	„ fusus Dujd.	340	734	
25 μ br., 1675 μ lg.	„ fusus, var. extensum Gourret	97	89	
	„ fusus, var. concavum Gourret	1	—	
75 μ br., 218 μ lg.	„ pentagonum Gourret	73	1190	
400 μ lg.	„ gravidum Gourret	1	—	

[1] Hier bedeutet D. Durchmesser, d. dick, br. breit, lg. lang.

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

Zahl der in einer Wassersäule von 0—104 m Tiefe und 1000 Liter Inhalt enthaltenen Protophyten.

Grösse der Formen	Protophyten	In 1000 Litern 1. Müllergaze Nr. 20	2. Papierfilter	3. Seidentaffet
81 μ lg.	Phalacroma jourdani (Gourret) Schütt	15	—	
85 μ lg.	„ operculatum Stein	5	—	
86 μ lg.	„ doryphorum Stein	10	v.	
58—76,5 μ	„ porodictyum Stein	v.	v.	
35 μ	„ operculoides Schütt	5	392	
23—35 μ	„ globulus Schütt	—	v.	
35—58 μ	Goniodoma acuminatum Stein	122	1190	
104 μ lg.	Dinophysis homunculus Stein	v.	v.	
23 μ	„ rotundata Clp. & L.	—	203	
69,5 μ lg.	„ mit hinter. Spitze	—	v.	
115 μ lg.	Podolampas bipes Stein	v.	v.	
34,5 μ br., 114 μ lg.	„ palmipes Stein	—	987	
55,5 μ br., 146 μ lg.	„ elegans Schütt	—	203	
	„ sp.	—	v.	
98,5 μ lg.	Ceratocorys horrida Stein	v.	v.	
265 μ lg.	Steiniella mitra Schütt	v.	v.	
11 μ d., 820 μ lg.	Amphisolenia sp.	55	v.	
138 μ lg., 115 μ d.	Ornithocercus magnificus Schütt	149	v.	
45 μ	Diplopsalis lenticula Bergh.	20	89	
58—92 μ	Peridinium divergens Ehrbg.	72	317	
25 μ	„ globulus Stein	15	1190	
23 μ	„ pellucidum (Bergh) Schütt	5	1089	
55 μ br., 102 μ lg.	„ michaelis Ehrbg.	—	v.	
	„ sp.	—	21940	
26—35 μ	Protoceratium herbaceum Schütt	—	494	
35 μ	„ reticulatum Clp. & L.	—	392	
11 μ d., 115 μ lg.	Oxytoxum scolopax Stein	—	392	
30 μ d., 64,5 μ lg.	„ diploconus Stein	—	203	
35 μ d., 70 μ lg.	„ tesselatum Stein	—	304	
58 μ lg.	„ constrictum Stein	—	392	
70 μ lg.	„ sp.	—	v.	
46—51 μ lg.	Gonyaulax polygramma Stein	—	392	
	D. Phytoflagellaten.			
	I. Chrysomonadinen.			
	Nackte kugelige oder birnförmige Chr., 3½—26 μ D. (incl. Zooxanthellen und nackte Zustände von Coccolithophd.)	—	—	3804
	Coccolithophoriden:			
5—10 μ	Pontosphaera huxleyi	—	3380	
15—30 μ	„ syracusana	28	190	
	„ sp. (20 μ D.)	—	190	
9—26 μ	Syracosphaera pulchra	—	747	
35—46 μ	Scyphosphaera apsteini	—	392	
15—26 μ	Coccolithophora leptopora	—	557	
20—27 μ	„ wallichi	—	747	
16—20 μ (mit Fortsätzen)	Rhabdosphaera stylifer	—	5064	
	II. Cryptomonadinen.			
	III. Eugleninen.			
	E. Silicoflagellaten.			
20—30 μ	Dictyocha sp.	54	6241	
	F. Chlorophyceen.			
23—750 μ	Halosphaera viridis Schm.	361	7381	
	G. Protophyten unsicherer Stellung.			
6,5 (ohne Borsten)	Meringosphaera mediterranea	—	v.	

Wir werden daher im Folgenden den Fang mit Müllergaze direkt mit dem Filterfange vergleichen können, als ob beide durch die Filtration von Wassermengen mit genau gleichem Gehalt an Auftrieb gewonnen wären.

Der Verlust, den die Müllergaze veranlasst, ist, wie nicht anders zu erwarten war, sehr bedeutend und wie wir vor allem am Schluss der Arbeit sehen werden, von sehr grossem Einfluss auf die Zusammensetzung des Fanges. Die individuenreichsten Formen der einzelnen Gruppen sind

1. nach dem Müllergazefang:		2) nach dem Filterfang:	
1. Chaetoceras, Kettenzellen	44300	1. Thalassiothrix nitschioides	228000
2. Thalassiothrix nitsch.	35000	2. Chaetoceras, Kettenzellen	150000
3. Bacteriastrum varians	8300	3. Nitschia closterium	45000
4. Synedra holsatiae	7000	4. Chaetoceras, Auxosporen	41350
5. Ceratium tripos	1140	5. Gymnodinien	32000
6. „ fusus	340	6. Peridinium	24000
		7. Ceratium furca	1700
		8. „ tripos	1200
		9. „ pentagonum	1200
		10. „ fusus	735
		11. Silicoflagellaten	6250
		12. Coccolithophoriden	3400
7. Halosphaera viridis	360	13. Halosphaera viridis	7400

Unsere Vorstellung von der Zusammensetzung des Auftriebs wird also durch den Filterfang ganz erheblich geändert, und es ist sicher nicht zu viel gesagt, dass die Müllergazefänge sehr geeignet sind irre zu führen. Nur sehr wenige Protophyten werden vollständig oder nahezu vollständig durch die Müllergaze gefangen: von Diatomeen ausser der in unseren Fängen nicht vertretenen Isthmia nur noch die grössten Formen der Coscinodiscen und Rhizosolenien, sowie Triceratium und grosse Biddulphien; unter den Peridineen alle Pyrocysten, Ceratium tripos, candelabrum, gravidum und eine Reihe anderer grosser gepanzerter Peridineen wie Ceratocorys, Steiniella, Amphisolenia und andere. Mit Ausnahme von Ceratium tripos, den Pyrocysten und grossen Rhizosolenien kommen aber alle diese Formen meist nur spärlich vor. Umgekehrt lässt die Müllergaze vollständig oder nahezu vollständig entwischen alle kleineren Diatomeenarten wie Sceletonema, Thalassiosira, Auxosporen von Chaetoceras, Nitschia, kleine Naviculinen und Andere; von den Peridineen sämmtliche Gymnodinien, einen sehr grossen Prozentsatz der Arten von Peridinium, Protoceratium, Oxytoxum, Gonyaulax und anderen und so gut wie alle Coccolithophoriden und Silicoflagellaten. Auch von Halosphaera viridis schlüpfen viele Individuen durch die Maschen des Netzzeuges hindurch, da die jüngeren Exemplare nur wenig über 20 μ Durchmesser besitzen.

Wie bei den Tintinnen-Gehäusen unter den Protozoen zeigt sich auch bei den Diatomeen und Peridineen, dass dünne langgestreckte Formen mit Leichtigkeit die Netzmaschen passiren,

wenn ihr Querschnitt dieses gestattet (Rhizosolenia, Dactyliosolen, Guinardia, Hemiaulus, Ceratium fusus); sobald aber die Längsachse bei sehr langen Formen gekrümmt ist (Ceratium fusus var., Amphisolenia) und dadurch die gradlinige Bewegung im Strome verhindert wird, werden die Zellen gut zurückgehalten; bei relativ kurzen Individuen wie Pleurosigma, oder ganz kleinen Formen wie Nitschia sigmatella ist aber eine solche Krümmung ohne jede Bedeutung.

Für die kleinsten gepanzerten Protophyten und für die nackten Phytoflagellaten reicht aber auch das Papierfilter noch nicht aus. Der Beweis ist leicht zu führen, indem man dasselbe Wasser zunächst durch ein einfaches Papierfilter laufen lässt und dann ein zweites Mal durch ein vierfaches Filter filtrirt. Was in dem zweiten Rückstande sich findet, muss naturgemäss das erste Filter passirt haben. Es hat sich gezeigt, dass zahlreiche Individuen von nackten Chrysomonadinen (6—13 μ) und von Pontosphaera huxleyi (6,5 μ), ausserdem kleine Gymnodinien (10—23 μ), kleine Naviculinen (5 μ br., 35 μ lg.) und einzelne Thalassiothrix nitschioides durch eine einfache Papierlage hindurch gehen. In einem Falle lieferten Zählungen beider Filterrückstände folgendes Resultat:

	1. Filtration d. einfaches Filter	2. Filtration d. vierfaches Filter	Summe	Verlust bei der 1. Filtration
Thalassiothrix nitschioides	186	1	187	0,5 %
Gymnodinieen (10 μ)	11	3	14	21,4 %
Nackte Chrysomonadinen (5—6,5 μ) . .	17	6	23	26,0 %
Pontosphaera huxleyi (6,5 μ)	72	14	86	16,2 %

Leider mussten die Zählungen bei nur 200-facher Vergrösserung ausgeführt werden, so dass die Zahlen sicher zu klein ausgefallen sind. Dieser Fehler trifft natürlich in erster Linie den Rückstand der zweiten Filtration; der Verlust ist also zweifellos wesentlich höher.

Die Untersuchung des mit dem Schlauche aus 104 m Tiefe herauf beförderten Wassers mit Taffetfiltern ergab auch thatsächlich Zahlen, die auf einen sehr viel höheren Verlust der Papierfilter hinwiesen. Aber da nur etwas mehr als $^1/_3$ Liter untersucht wurde, sind die Zahlen recht unsicher. Ueberdies konnte die Anzahl der Coccolithophoriden in dieser Wasserprobe nicht mehr festgestellt werden, da ihre Skelette durch zu starken Formolzusatz aufgelöst waren. Für die übrigen Formen würden sich aber folgende Verluste aus den Zahlen berechnen:

Thalassiothrix nitschioides . . . . . 29 %
Kleine Naviculinen . . . . . 78 „
Gymnodinien . . . . . 79 „
Nackte Chrysomonadinen . . . . . 100 „

Bei der letzten Organismengruppe kommt vor allem in Betracht, dass die meisten Individuen derselben durch die Papierfilter zerstört oder doch ganz unkenntlich gemacht werden. Es gehen also keineswegs alle Exemplare durch das Papierfilter hindurch, aber der zurückbleibende Rest wird vernichtet, und ähnlich ist das Schicksal vieler Gymnodinien. Die Untersuchung der Appendiculariengehäuse zeigt dies klar und deutlich.

Tabelle X.

Vorkommen der Protophyten in 1 Liter von der Oberfläche geschöpften Wassers.

Protokollnummer	14	18	19	22	25	30	30′	33	33′	34	36	43	44	45	46	50	56	58′	58″	58‴	59″	60	61	62	63	66	67′	67″	69	71	73	87′	87″	89′	89″	96	106
Beschaffenheit des Filters	P	.	.	.	.	Kg	P	Kg	P	.	.	S	.	.	.	.	P	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	S	.	.	.	.	.	.
Menge des filtrirt. Wassers	50	.	.	?	30	50	.	30	.	50	30	0,6	?	0,1	?	0,2	?	0,8	0,8	0,8	0,4	?	.	.	.	.	.	.	.	0,9	0,1	.	.	.	0,2	.
Monat	X.					XI.						XII.				I.	II.									III.					IV.					V.
Tag	12.	16.	19.	23.	30.	9.	.	12.	.	14.	20.	11.	12.	.	.	18.	4.	9.	.	.	11.	14.	20.	22.	23.	2.	4.	.	6.	11.	14.	12.	.	15.	.	26.	11.
Protophyten.																																					
A. Schizophyten.																																					
Phycochromaceen:																																					
Zellen einzeln, blaugrün, 6,5 μ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	hfg.	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	—
„ „ bräunlich . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	24
„ „ röthlich, 7 μ .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—
„ in traubenförmig. Klumpen, grünlich, einzelne Zelle 3 μ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	v.	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B. Diatomeen.																																					
Sceletonema costatum Grev. . .	?	.	.	.	v.	?	.	v.	v.	60	v.	?	.	.	.	.	—	—	—	?	—	—	16	—	—	—	—	?	—	?	—	—	—	?	?	—	?
Chaetoceras	sh.	sh.	v.	v.	v.	?	v.	v.	v.	270	v.	?	.	v.	?	v.	v.	v.	v.	?	v.	v.	30	v.	v.	v.	v.	?	v.	?	5	v.	458	252	?	154	?
Thalassiothrix nitschioides Grun.	?	.	.	v.	v.	?	.	v.	v.	52	v.	?	.	.	.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	48	v.	v.	v.	v.	?	v.	v.	177	1378	2911	?	?	1644	348
Naviculinen, klein	?	.	.	.	v.	?	.	v.	v.	4	v.	?	.	.	v.	?	v.	v.	v.	?	v.	v.	4	v.	—	v.	—	v.	v.	v.	8	v.	108	392	196	60	?
„ gross	?	.	.	.	—	?	.	—	—	—	—	?	.	.	.	—	v.	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	?	1	v.	—	56	65	—	4
Synedra holsatiae	?	.	.	.	—	?	.	—	—	—	v.	v.	?	v.	?	.	v.	v.	v.	?	v.	v.	14	v.	—	v.	v.	?	v.	?	2	70	—	?	?	v.	v.
Asterionella spatulifera Cleve .	?	.	.	.	—	?	.	—	—	—	v.	?	.	.	.	.	—	—	—	?	—	—	58	v.	v.	v.	v.	?	v.	?	—	—	—	?	?	36	—
Nitschia closterium W. Sm. . .	?	.	.	v.	v.	?	.	v.	v.	12	80	v.	?	.	.	v.	v.	v.	v.	?	v.	v.	24	v.	v.	v.	v.	?	v.	v.	6	v.	54	56	131	12	4
Cocconeis	?	.	.	.	—	?	.	v.	v.	8	v.	?	.	.	.	.	—	—	—	?	v.	—	—	—	v.	—	—	?	—	v.	3	v.	108	?	.	—	?
C. Peridiniales.																																					
I. Gymnodiniaceen (Ohne Aussenskelett.)																																					
Gymnodinien alle	hfg.	hfg.	v.	v.	v.	—	v.	v.	—	20	—	v.	v.	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	v (1)	169	755	2352	2221	540	640
Amphidinium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	v.	—	v.	—	—	—	v.	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	112	65	16	16
Gymnodinium	v.	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	—	v.	—	v.	v.	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.
Spirodinium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pouchetia	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	v.	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Polykrikos	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cladopyxis setifera nov. sp. .	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Achradina pulchra nov. sp., nov. gen.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	65	—	—
II. Prorocentraceen (2 Panzerplatten.)																																					
Exuviella	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	4	13	—	v.	v.	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	4	8
Prorocentrum	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
III. Peridiniaceen (mehrere Platten.)																																					
Ptychodiscus noctiluca Stein . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle X. (Fortsetzung.)

Protokollnummer	14	18	19	22	25	30	30′	33	33′	34	36	43	44	45	46	50	56	58′	58″	58‴	59″	60	61	62	63	66	67′	67″	69	71	73	87′	87″	89′	89″	96	106
D. Phytoflagellaten.																																					
I. Chrysomonadinae.																																					
Nackte, kugelige, linsen- oder birnförmige Chr., 3,5—26 μ D. (inkl. Zooxanthellen u. nackte Zustände v. Coccolithophoriden	—	—	—	v.	v.	v.	v.	—	v.	—	200	v.	v.	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	32	v.		v.	v.	hfg.	v.	–	10	583	755	1176	912	276	76
Coccolithophoriden	—	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	36	266	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	38	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	315	647	1792	1768	584	176
Pontosphaera huxleyi	—	—	—	—	v.	—	—	v.	v.	20	213	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	hfg.	26	hfg.	s.	v.	v.	v.	v.	v.	26	300	v.	1736	1703	552	132
„ andere Arten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	4	—	—	—	—	—	—	—	—	–	?	—	65	12	12
Syracosphaera mediterranea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	v.	—	v.	v.	v.	—	v.	—	2	—	v.	—	—	—	v.	—	v.	–	?	—	—	–	4
„ dentata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	2	v.	—	—	—	—	—	—	—	-	?	—	—	—	8
„ spinosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—	—	4
„ pulchra	—	—	v.	—	v.	—	v.	—	—	4	—	—	—	v_0[1])	—	—	—	v.	—	—	v.	v.	4	v.	—	v.	v.	—	—	v.	—	—	?	—	—	—	—
Scyphosphaera apsteini	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—	—	—
Calyptrosphaera minor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—	8_0	12
Phiolenförmige Syracosphaerine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—	—	4_0
Coccolithophora wallichi	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	4	13	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	v.	v.	-	v.	—	—	v.	—	—	v.	—	—	?	—	—	8_0	—
„ leptopora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	—	v.	v.	—	v.	v.	—	v.	-	v.	v.	v.	—	?	—	—	—	—
Umbilicosphaera mirabilis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v_0	—	—	v.	v_0	—	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—	—	—
Discosphaera tubifer	—	—	—	—	v.	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	v.	—	—	—	—	—	v.	-	—	—	—	—	?	56	—	12	4
Rhabdosphaera stylifer	—	v.	—	—	—	—	v.	—	—	4	13	—	—	—	v.	—	v.	—	v.	—	—	v.	-	—	—	—	—	—	v.	—	—	15	?	—	—	—	—
II. Cryptomonadinen.																																					
Cryptomonas pelagica n. sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-	—	—	—	v.	—	—	—	-	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	v.	—	—	-	—	—
E. Silicoflagellaten.																																					
Dictyocha spez.	—	—	—	—	—	v.	—	v.	—	16	13	—	—	—	—	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	10	v.	—	v.	v.	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—
F. Chlorophyceen.																																					
Halosphaera viridis Schm.	v.	v.	v.	-	—	v.	v.	—	v.	-		—	—	—	v.	—	v.	v.	v.	—	v.	-	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	-	65	4	—
G. Protophyten unsicherer Stellung.																																					
1. Meringosphaera mediterranea nov. sp.	—	—	—	—	v.	-	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-	v.	2		—	v.		—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Meringosphaera divergens n. sp.	—	—	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.		—	—	—	—	—	—	-	-	-	—
3. Meringosphaera hydroidea n. sp.	—	—	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-	—	—	—	-	—	—	—	—	—	-	-
4. Acanthoica quattrospina n. sp.	-		—	—	—				v.	—		-	—	-	-	—	—	—	—	—	-	—	v.	—	—	—	—	—	—	v.?				—	—	—
5. Grüne Zelle in birnförmigem Gehäuse, 4—10 μ			-	-			—		—	-	-		-	v.	—	-	—		—	—	-	—		v.	—		—		—			-	—	—	—	—

[1]) v_0 bedeutet, dass nur leere Schalen gesehen wurden.

Tabelle XI.

Vorkommen der Protophyten in 1 Liter aus Tiefen von 1—630 m geschöpften Wassers.

Protokollnummern	78	64	65	92	98	26	27	94	95	107	97	102	105	101	100	99	104	103
Beschaffenheit des Filters	P	.	.	S	.	P	.	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Menge des filtrirten Wassers	0,9	?	.	0,1	0,25	30	1,0	0,1	0,25	.	.	.	.	.	.	0,15	0,5	0,25
Monat	III.	II.	III.	IV.	.	X.	.	IV.	.	V.	IV.	V.	.	.	.	.	.	.
Tag	23.	25.	1.	22.	29.	30.	31.	24.	.	12.	27.	4.	10.	3.	2.	1.	9.	6.
Tiefe in Metern	1	5	.	10	.	20	.	.	.	.	30	50	.	77	155	230	430	630
Protophyten.																		
A. Schizophyten.																		
Phycochromaceen:																		
Zellen einzeln, blaugrün, 6,5 μ	—	—	—	76	148	—	—	72	76	8	48	40	4	20	368	v.	6	48
„ „ bräunlich	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	52	4	48	4	4	—	—	4
„ „ röthlich, 7 μ	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—
B. Diatomeen.																		
Sceletonema costatum Gr.	v.	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	8	—	96	40	—	—	8
Chaetoceras	v.	v.	v.	119	364	v.	v.	20	38	6	1038	206	114	84	38	19	—	8_0
Thalassiothrix nitschioides Gr.	v.	v.	v.	921	4164	v.	?	296	1016	400	4148	3116	1860	2108	896	653	230	156
Synedra holsatiae	v.	v.	v.	—	v.	—	?	—	—	v.	v.	—	v.	v.	92	7	2	4
Asterionella spatulifera Cleve	v.	v.	v.	—	8	—	?	—	—	—	184	16	16	924	20	—	—	—
Naviculinen, klein	—	v.	v.	190	96	v.	?	32	1	12_0	104	88	60	52	8	39	2_0	—
„ gross	—	—	—	9	—	—	?	8	64	4	—	8	—	16	—	—	—	—
Nitschia closterium W. Sm.	75	v.	v.	—	12	v.	v.	—	—	12	60	76	40	192	24	13	2	—
„ sigmatella	—	—	—	19	v.	—	?	—	—	—	4	36	—	—	—	—	—	—
Cocconeis	—	—	v.	9	—	—	?	v_0	—	8_0	—	—	—	4			—	—
C. Peridiniales.																		
I. Gymnodiniaceen.																		
Gymnodinien alle	—	v.	v.	749	588	v.	v.	392	128	408	464	860	442	360	60	73	6	4
Amphidinium	—	—	v.	37	20	—	—	16	—	16	—	20	4	40	—	—	—	—
Gymnodinium	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.
Pouchetia	—	—	—	—	4	v.	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—
Cochlodinium	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cladopyxis setifera nov. sp.	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Achradina pulchra nov. sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	8	—	—			—	—
II. Prorocentraceen.																		
Exuviella	—	v.	—	19	—	—	—	8	—	—	—	8	—	4	—	—	2_0	—
Prorocentrum	—	v.	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III. Peridiniaceen.																		
Weil ohne Bedeutung, hier fortgelassen.																		
Vergleiche Tabelle I, pag. 4.																		

Tabelle XI. (Fortsetzung.)

Vorkommen der Protophyten in 1 Liter aus Tiefen von 1—630 m geschöpften Wassers.

Protokollnummern	78	64	65	92	98	26	27	94	95	107	97	102	105	101	100	99	104	103
Beschaffenheit des Filters	P	.	.	S	.	P	.	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Menge des filtrirten Wassers	0,9	?	.	0,1	0,25	30	1,0	0,1	0,25	.	.	.	.	.	.	0,15	0,5	0,25
Monat	III.	II.	III.	IV.	.	X.	.	IV.	.	V.	IV.	V.	.	.	.	.	.	.
Tag	23.	25.	1.	22.	29.	30.	31.	24.	.	12.	27.	4.	10.	3.	2.	1.	9.	6.
Tiefe in Metern	1	5	.	10	.	20	.	.	.	.	30	50	.	77	155	230	430	630
D. Phytoflagellaten.																		
I. Chrysomonadinen.																		
Nackte, kugelige, birn- oder linsenförmige Chr., 3½—26 μ D. (incl. Zooxanth. u. nackte Zustände von Coccolithophoriden)	98	v.	v.	237	152	v.	—	88	40	120	220	216	192	168	36	80	—	—
Coccolithophoriden	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—
Pontosphaera huxleyi	170	v.	v.	275	816	v.	—	192	188	308	1124	2516	2196	664	12	92	2	16_0
„ andere Arten	—	—	—	9	48	—	—	8	4	76	72	236	108	28	—	v.	—	—
Syracosphaera mediterranea	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
„ dentata	—	v.	—	—	12	—	—	8	4_0	56	32	136	—	4	—	v_0	2_0	—
„ spinosa	—	—	—	—	—	—	—	—	4	8	4	—	4	—	—	—	—	—
„ pulchra	—	—	v.	—	—	v.	—	—	—	4	—	8	24	—	—	—	—	—
„ robusta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
Calyptrosphaera minor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	20	8	4	—	v_0	—	—
Phiolenförmige Syracosph.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12_0	—	—	—	—	—	—	—	—
Coccolithophora wallichi	—	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	48	20	8	4	—	—	v_0
„ leptopora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—
Discosphaera tubifer	—	—	—	—	4	v.	—	8	—	16	8	—	8	—	—	—	—	—
Rhabdosphaera stylifer	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—	2_0	
„ claviger	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
II. Cryptomonadinen.																		
III. Eugleninen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	40	—	—	—	—	—	—
E. Silicoflagellaten.																		
Dictyocha sp.	—		—	—	4	v.	—	—	4	—	4	4	16_0	44	4_0	—	—	—
F. Chlorophyceen.																		
Halosphaera viridis Schm.	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v?	—	—
Scenedesmus?	—	—	—	—	—	—	—	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
G. Protophyten unsicherer Stellung.																		
Meringosphaera divergens nov. sp.	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acanthoica coronata n. sp.	—	—	—	—	—	v.?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ quattrospina nov. sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—

Tabelle XII.

Vorkommen der Protophyten im Fangapparate der Appendicularien.

(Filtrirte Wassermenge 100 ccm im Maximum.)

	In frisch verlassenen Gehäusen.																	In alten Gehäusen.		
Protokollnummern	39	40	68	72	74	75	76	77	80	81	83	84	85	88	90	91′	91″	82	86	93
Art der Gehäuse	Oik. rufesc.	" "	sp. "	longic., alb., coph.	sp. "	sp. "	albic. "	" "	coph. "	sp. "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
Wasserschicht: Oberfläche		Ob.	Ob.	Ob.	Ob.									Ob.		Ob.				
Wasserschicht: unter der Oberfl.	U.					U.	U.	U.	U.	U.	U.	U.	U.		U.		U.	U.	U.	U.
Monat	XI.	.	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV.	.	.	.	.	III.	IV.	.
Tag	26.	28.	6.	13.	15.	18.	22.	22.	26.	27.	29.	30.	1.	13.	16.	19.	.	28.	2.	23.
Protophyten.																				
A. Schizophyten.																				
Phycochromaceen:																				
Zellen einzeln, blaugrün, 6,5 μ	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—
Zellen in traubenförmigen Klumpen, grünlich, 3 μ	?	v.	—		—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
B. Diatomeen.																				
Chaetoceras	?	?	—	v.	v.	v.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thalassiothrix nitschioides Grun.	?	?	v,	v.	—	v.	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Synedra holsatiae	?	?	—	v.	—	—	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Naviculinen, klein	?	v.	v.	v.	v.	?	90	80	?	.	.	.	6	36	?	.	.	.	v.	?
„ gross	?	?	—	v.	v.	hfg.	—	10	v.	v.	v.	?	3	12	v.	9	v.	?	—	?
Nitschia closterium W. Sm.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	105	70	v.	?	.	.	15	24	?	9	v.	?	v.	?
„ sigmatella	?	?	—	—	sh.	sh.	900	210	hfg.	hfg.	?	.	267	42	v.	18	v.	v.	v.	?
C. Peridiniales.																				
I. Gymnodiniaceen.	?	v.	sh.	v.	sh.	sh.	30	30	v.	sh.	v.	sh.	24	132	sh.	432	v.	hfg.	v.	v.
Amphidinium	?	?	v.	—	v.	v.	v.	—	—	v.	?	.	.	—	—	—	—	?	v.	?
Gymnodinium	?	?	v.	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	405	v.	?	v.	?
Pouchetia	?	?	v.(7)	v.	v.	v.	—	—	—	—	?	.	.	v.(6)	v.	27	v.	v.	—	?
Achradina pulchra nov. sp.	?	?	—	—	—	—	—	—	1	—	-	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Amoebenähnlicher Zustand von Gymnod.	?	?	v.(3)	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II. Prorocentraceen.																				
Exuviella	?	?	—	—	—	v.	—	—	—	v.	—	?	—	—	—	—	—	?	.	.
III. Peridiniaceen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle XII. (Fortsetzung.)

Vorkommen der Protophyten im Fangapparate der Appendicularien.

(Filtrirte Wassermenge 100 ccm im Maximum.)

	In frisch verlassenen Gehäusen.																In alten Gehäusen.		
Protokollnummern	39	40	68	72	74	75	76	77	80	81	83	84	85	88	90	91′	91″	82	86	93
Art der Gehäuse	Olk. rufesc.	" "	sp. "	longic., coph.albic. "	sp. "	" "	albicans "	" "	cophioc. "	sp. "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
Wasserschicht: Oberfläche		Ob.	Ob.	Ob.	Ob.									Ob.		Ob.				
Wasserschicht: unter der Oberfl.	U.					U.	U.	U.	U.	U.	U.	U.	U.		U.		U.	U.	U.	U.
Monat	XI.	.	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV.	.	.	.	.	III.	IV.	.
Tag	26.	28.	6.	13.	15.	18.	22.	22.	26.	27.	29.	30.	1.	13.	16.	19.	.	28.	2.	23.
D. Phytoflagellaten.																				
I. Chrysomonadinen.																				
Nackte, kugelige, birn- oder linsenförmige Chr., 3,5—26 μ D. (inkl. Zooxanthellen u. nackte Zustände von Coccolithophorid.)	v.	v.	sh.	v.	sh.	sh.	540	1280	h.	sh.	sh.	sh.	528	174	sh.	729	v.	hfg.	v.	v.
Coccolithophoriden:																				
Pontosphaera huxleyi	?	v.	hfg.	v.	v.	v.	150	124	v.	hfg.	v.	v.	9	48	v.	36	v.	v.	v.	v.
„ andere Arten . .	?	—	v.	v.	—	v.	—	—	v.	v.	—	—	18	—	v.	9	v.	—	—	?
Syracosphaera mediterranea . .	v.	v.	v.	—	v.	v.	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	v.	—	—	?
„ dentata	?	—	—	v.	v.	v.	15	9	v.	v.	v.	v.	9	—	v.	27	v.	v.	v.	?
„ robusta	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	?
„ pulchra	?	—	v.	—	—	v.	—	10	v.	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	v.	?
„ spinosa	?	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Coccolithophora wallichi . . .	?	v.	6	v.	—	v. (4)	—	—	v.	—	v.	v.	—	—	v. (1)	—	—	—	—	?
„ leptopora . . .	?	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Discosphaera tubifer	?	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Rhabdosphaera stylifer	?	v.	—	—	—	v.	—	—	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	?
II. Cryptomonadinen.																				
Cryptomonas pelagica n. sp. . .	?	?	—	—	v.	v.	—	—	—	—	—	hfg.	24	—	—	—	—	—	—	—
III. Eugleninae.																				
Cryptoglena	?	?	—	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Euglena	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	—
Eutreptia	?	?	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	v.	—	—	—	—	—	—	—	—
E. Silicoflagellaten.																				
Dictyocha sp.	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
F. Chlorophyceen.																				
G. Protophyten unbekannter Stellung.																				
Acanthoica coronata nov. sp. .	?	?	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grüne Zelle in birnförmigem Gehäuse, 3—23 μ lg.	v.	v.	—	—	—		—	—	—	-	-	—	—	—		—	—	—	—	—

2) Nach fortgesetzten Filtrationen von Wasserproben durch Papier- und Seidenfilter vor Syrakus (Oktober 1900 bis Mai 1901) (Die Zahlen gelten für 1 Liter).

Die Oberflächenfänge (Tabelle X) bringen nur wenige Formen, die nicht im Dezember auch schon gefangen wären. Alle diese Formen sind spärlich und für die Zusammensetzung des Auftriebs bedeutungslos. Dagegen kommen konstant in bemerkenswerther Menge vor: Thalassiothrix nitschioides, Gymnodinien, Nackte Chrysomonadinen und Coccolithophoriden.

Das Gleiche gilt von den Wasserproben aus verschiedener Tiefe (Tab. I und XI). Dieselben zeigen jedoch ausserdem, dass mit Aussnahme von Prorocentraceen (Exuviella, Prorocentrum), die an der Oberfläche am zahlreichsten auftreten, die Maxima aller anderen, darauf hin geprüften Protophyten in den tieferen Wasserschichten zwischen 10 und 150 m Tiefe, meistens aber zwischen 30 und 80 m Tiefe liegen. Dies gilt auch für die seltenen Formen, wie Achradina pulchra, Eugleninen, Acanthoica u. a., die ausschliesslich in 20, 30 oder 50 m Tiefe gefunden wurden und also hier ebenfalls am häufigsten gewesen sein müssen.

Sehr bemerkenswerth ist, dass auch Peridinium, welches keine Chromatophoren besitzt, dennoch dieselbe verticale Verbreitung wie die Chromatophoren enthaltenden Protophyten zeigt und unterhalb 100 m nicht mehr gefunden ist (Tab. I). Doch wurden in 631 m Tiefe noch 4 farblose Peridiniaceen gefunden, die vielleicht dieser Gattung angehörten.

Der Zuwachs an neuen Formen betrifft vor allem einige nackte Flagellaten aus den Familien der Cryptomonadinen und Eugleninen.

Die maximalen Zahlen für die häufigsten Protophyten waren:

4165 für Thalassiothrix nitschioides (10 m)
2350 „ Gymnodiniaceen (0 m)
1175 „ nackte Chrysomonadinen (0 m)
2515 „ Coccolithophoriden (50 m).

3) Nach dem Inhalte des Fangapparates der Appendicularien.

Neue Formen kommen auch durch die Untersuchung der Appendiculariengehäuse nicht hinzu, aber die Menge der Individuen wächst für alle nackten Formen und selbst für eine ausserordentlich kleine Diatomee in sehr erheblichem Grade und zeigt, dass auch die Papier- und Seidenfilter uns noch nicht den ganzen Reichthum des Meeres an Auftrieb erkennen lassen.

Zählt man die Coccolithophoriden in einem Fangapparat und in einer an derselben Stelle, wo die Gehäuse gefangen waren, geschöpften Wasserprobe, so kann man die Wassermenge bestimmen, aus welcher der Inhalt des Fangapparates gewonnen sein muss. Zwei solche Berechnungen ergaben eine Wassermenge von 40 und 55 ccm. Da zur Untersuchung immer nur mässig gefüllte Fangapparate ausgewählt wurden, weil die Untersuchung bei starker Vergrösserung sonst zu schwierig war, so kann man sicher annehmen, dass in keinem der untersuchten Gehäuse mehr als 100 ccm oder 0,1 Liter filtrirt war. Diese Wassermenge ist daher von mir als Grundlage für den Vergleich mit den Filterfängen benutzt; sie ist eher zu gross als zu klein und lässt daher den Verlust der Filterfänge höchstens kleiner erscheinen als er in Wirklichkeit ist.

Nach den Zahlen, welche die beiden Fangapparate ergaben, deren Wassermenge direkt bestimmt werden konnte, muss der Verlust der Seiden-Filterfänge

an Gymnodinien . . . . . 54—80,5 %
an nackten Chrysomonadinen . . . . . 76—88,5 „

betragen haben.

Die maximalen Zahlen für die häufigsten Protophyten in den Fangapparaten waren (bei der Annahme, dass stets 0,1 Liter Wasser filtrirt sei) für 1 Liter:

9000 Ind. v. Nitschia sigmatella,
4320 „ „ Gymnodinien (1,8 mal mehr als in den Filterfängen),
12800 „ „ nackt. Chrysomonadinen (10,9 mal mehr als in den Filterfängen),
1650 „ „ Coccolithophoriden.

Hiernach würde sich ein Verlust von 45,5 % für die Gymnodinien und 90 % für die nackten Chrysomonadinen berechnen. Natürlich sind diese Werthe sehr unsicher; da sie aber zu einem ganz ähnlichen Ergebnisse führen wie die vorstehende Berechnung, sind sie nicht ganz ohne Bedeutung.

Die sehr kleine Nitschia sigmatella war im März enorm häufig in den Fangapparaten. Ich habe sie auch in den Schöpfproben beobachtet, aber bei ihrer Kleinheit (0,3 μ br., 11 μ lg.) entgeht sie sehr leicht der Zählung im Wasser, wenn sie nicht wie in den Gehäusen auf kleinem Raum in grosser Zahl zusammengedrängt ist. Daher werden auch hier die Zählungen noch zu niedrig ausgefallen sein.

Unter den Gymnodinien kamen einige Male Individuen vor, die vollständig die Form einer Amoebe angenommen hatten. Die Furchen waren geschwunden, die Geisseln abgeworfen und der metabolische Körper bewegte sich langsam fort, indem er breite flache Buckel bald hier bald dort vortrieb. Echte Pseudopodien wurden nicht gebildet. Im Zellleibe lagen zahlreiche (es wurden bis zu 11 beobachtet) plättchenförmige diatominfarbene Chromatophoren, die ihren Platz unter den Gestaltänderungen der Zelle fortwährend wechselten. Bei Abtötung der Zelle nahm dieselbe wieder die Gestalt eines Gymnodiniums mit deutlicher Ringfurche an.

4) Zusammenfassung und Schlüsse.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich ohne Weiteres, dass die Fänge, welche mit Müllergaze ausgeführt werden, uns über die Zusammensetzung des Auftriebs aus Protophyten nur ein recht unvollständiges Bild geben, und dass sie ohne Kontrolle durch Filtrationen mit dichten Stoffen unsere Vorstellungen allerdings leicht irre leiten können.

Zum Schluss bleibt noch zu erörtern, ob wirklich alle im Wasser zur Zeit der Fänge vorhanden gewesenen Protophyten gefangen sind, oder ob gewisse Formen noch fehlen. Zwei Gruppen von pelagischen Pflanzen, die Gymnodinien und die nackten Chrysomonadinen enthalten, so wie sie in den Tabellen aufgeführt sind, sicher eine grosse Anzahl von Jugendstadien verwandter Peridineen und Chrysomonadinen. Wie Pouchet und Schütt nachgewiesen haben, bilden die Pyrocysteen Schwärmzellen, die ganz und gar Gymnodinien gleichen, und ebenso kommen bei einer Reihe von gepanzerten Peridineen nackte Gymnodinium ähnliche Stadien

vor. Die Entwicklungszustände konnten nicht von den echten Gymnodinien getrennt werden und sind also in die Summe der letzteren mit eingeschlossen. Ebenso verhält es sich mit den nackten Stadien der Coccolithophoriden und den frei schwimmenden Zellen der Zooxanthellen, die als nackte Chrysomonadinen mit anderen, wahrscheinlich stets nackt bleibenden Formen zusammengestellt sind, da eine Unterscheidung dieser verschiedenen Organismen bisher nicht möglich ist. Bei den Peridineen kommen nackte, geissellose und in Gallert eingebettete Ruhesporen vor, von denen auch wiederholt Exemplare beobachtet wurden. Sie sind aber, da eine Trennung von ähnlichen Zuständen anderer Algen nicht möglich war, hier ausser Acht gelassen. In den Fangapparaten der Appendicularien traf ich oft Diatomeen mit ganz zarter, oft kaum wahrnehmbarer Hülle und blassem Zellleibe, die ich nicht anders wie als junge Auxosporen deuten kann; Ruhesporen von Diatomeen wurden garnicht gefunden, doch scheint ihr Auftreten an bestimmte Zeiten gebunden zu sein; wären sie im Wasser vorhanden gewesen, so hätten sie den Filtern nicht entgehen können.

Sehr auffällig ist dagegen, dass ich nie Schwärmsporen von Halosphaera beobachtet habe. In den Dezemberfängen freilich konnten sie vielleicht nicht erwartet werden, da nach Schmitz die Wucherungsperiode, wenigstens im Golf von Neapel, erst im Januar beginnt. Aber auch im Frühjahr habe ich keine Sporen gesehen, obwohl dieselben durch ihre Kegel- oder Birnform, die gleichmässig grüne Färbung und vor allem durch ihre erhebliche Grösse (50—57 μ lg.) leicht kenntlich sind. Da jede Halosphaera nach Schmitz 400—600 Schwärmsporen produzirt, müssen die letzteren zeitweilig in sehr grosser Zahl im Auftrieb auftreten.

Anhang.

Kurze Charakterisirung der beobachteten neuen oder sonst bemerkenswerthen Protophyten.

1. Peridiniales.

1. Cladopyxis setifera nov. sp. (Tafel I, F. 15).
   Diese kleine, nur 11 μ im Durchmesser haltende Art besitzt eine scharf ausgesprochene Querfurche und eine vom Plasma deutlich sich abhebende, aber nicht in Platten getrennte Cuticula. In dem grobkörnigen, grünlich gelben Plasma wurden keine Chromatophoren, wohl aber ein grosser Kern beobachtet. Auf der Cuticula stehen lange, feine, spitz auslaufende Borsten in regelmässiger Vertheilung: 1 Borste entspringt von dem einen Pole; die übrigen 8 sind paarweis angeordnet und zwar stehen je 4 jederseits der Furche. Ihre Bedeutung als Schwebborsten kann nicht zweifelhaft sein. Geisseln wurden nicht gesehen, ebenso wenig wurde eine Ortsbewegung wahrgenommen. Es muss daher zweifelhaft sein, ob die Form einen aktiven Zustand einer Peridinee bildet oder nur ein Ruhestadium repräsentirt. — Cl. setifera wurde wiederholt im freien Wasser (Oberfläche und 20 m tief) beobachtet (9. X., 31. X., 1. II.); sie war nie häufig.
2. Achradina pulchra nov. gen. et. nov. sp. (Taf. I, Fig. 13).
   Wiederholt fand ich in Schöpfproben und auch in Fangapparaten der Oikopleuren eine farblose Zelle von 23,5 μ Länge, die durch eine seichte Querfurche leicht eingeschnürt war,

eine scharf umschriebene Contur besass und in ihrem Inneren ein stark das Licht brechendes in Essigsäure unlösliches Skelett enthielt. Das körnige Plasma schloss einen matt glänzenden homogenen Kern ein. Geisseln wurden nicht gesehen. Das Innenskelett bildete ein zusammenhängendes zierliches Gerüst von sehr charakteristischer, stets gleicher Form. Die Grundlage bildeten 2 mit einander verschmolzene Spangen, die zusammen eine lanzettförmige Figur bilden; 2 Querspangen theilen den Raum zwischen ihnen in einen vorderen, einen mittleren und einen grossen hinteren Abschnitt. Während die beiden ersteren offen bleiben, wird der hintere durch zwei gewölbte Wände aus feinem Maschenwerk von dem peripheren Plasma abgetrennt; die eine dieser Wände ist durch eine mediane Skelettspange der Länge nach durchzogen, während die andere einer solchen Rippe entbehrt. Vorn und hinten berührt das Skelett die Zellmaschen, während seitlich das Skelett den Zellleib lange nicht ausfüllt. — Wegen der Gymnodinien-ähnlichen Gestalt und der Starrheit der Form habe ich die Art zu den Peridiniales gestellt, bei denen bekanntlich Schütt bereits mehrere Arten mit inneren Skelettbildungen beschrieben hat. — Auch im atlantischen Ocean ist Achradina ziemlich häufig; vor Syrakus fand ich sie im März, April und Mai an der Oberfläche und in 30 und 50 m Tiefe.

3. Gymnodiniacee mit Innenskelett (Taf. I, Fig. 9).
Farblose, 34,5 μ lange Gymnodinie ohne Chromatophoren mit wandständig, aber im Plasma liegenden porösen Skelettplatten. Ich fand nur 1 Exemplar in einem Oikopleuren-Gehäuse und habe die Skelettstücke nicht auf ihr Verhalten gegen Säuren prüfen können.

2. Chrysomonadinen.

Ich stelle hierher ausser den von einer Kalkschale umschlossenen Coccolithophoriden, über die ich ausführlich im Archiv für Protistenkunde Bd. 1, Heft 1 berichtet habe, eine grosse Zahl nackter kugeliger oder eiförmiger Zellen mit zarter Membran, 1 oder 2 polständigen Geisseln und 1 oder 2 meist diatominfarbenen, ab und an aber auch grün gefärbten Chromatophoren. Auch die frei schwärmenden Stadien der von Brandt untersuchten Zooxanthellen, von denen ich eine Copie aus der Arbeit über die Coloniebildenden Radiolarien auf Taf. I, Fig. 5 wiedergebe, würden hierher zu rechnen sein. Schon Brandt[1]) berichtet, dass er „ganz ähnliche Schwärmer zuweilen in grosser Menge im „Auftrieb" gesehen" habe und vermuthete, dass die Zooxanthellen, welche in den Radiolarien und anderen Meeresthieren leben, nichts weiter sind als Ruhezustände der erwähnten Algenschwärmer. Nach Brandts Zeichnungen haben die Schwärmer der Zooxanthellen allerdings eine Länge von 20 μ, während die von mir ebenfalls sehr zahlreich beobachteten ähnlichen Schwärmer des freien Wassers (Taf. I, Fig. 4) durchweg sehr viel kleiner waren (6,5 μ). Ein Theil der kugeligen Formen mit 1 oder 2 Geisseln gehört ferner wahrscheinlich als Entwickelungszustand zu den Coccolithophoriden (Taf. I, Fig. 1, 2, vielleicht auch 8), so dass eigentlich nur 3 Formen (Taf. I, Fig. 10, 12 und 14) übrig bleiben, die als besondere Arten charakterisirend aufgefasst werden können. Ich will daher nur ganz kurz auf die verschiedenen Formen eingehen.

[1]) Fauna und Flora des Golf von Neapel. Brandt, Die koloniebildenden Radiolarien, 1885.

1. Chrysomonadine Nr. 1. (Taf. I, Fig. 1, 7, 8).
Zelle kugelig, 4—9 μ gross, mit 2 grossen wandständigen schalenförmigen diatominfarbenen oder grünen Chromatophoren und 1 kurzen polständigen Geissel. Wiederholt findet man 1 oder 2 ja selbst 4 solche Zellen von einer weiten kugeligen Hülle umschlossen (Fig. 8), in welcher die Geisseln wie im freien Wasser unduliren. Die Zellen liegen, wenn es 4 sind, paarweis zusammengeordnet. Die offenbar weich gallertige Hüllmasse, die nach Aussen durch eine Membran sich abgrenzt, hat einen Durchmesser von 20—30 μ. — Diese Form war recht häufig in den Filterfängen und in den Gehäusen der Appendicularien.

2. Chrysomonadine Nr. 2 (Taf. I, Fig. 12).
Zelle kugelig, 7 μ gross, mit 1 gürtelförmigen lebhaft grünen Chromatophor und einer sehr langen polständigen Geissel. — Nur zwei Mal im März in Schöpfproben von der Oberfläche beobachtet.

3. Chrysomonadine Nr. 3. (Taf. I, Fig. 14).
Eiförmig mit zugespitztem Hinter- und schräg abgeschnittenem Vorderende; letzteres trägt eine kurze Geissel. Im Zellleibe liegt 1 grosser plattenförmiger grüngelber Chromatophor und nahe dem Vorderende ein kugeliger, das Licht sehr stark brechender Körper (kr). Die Länge der Zelle, die nur einmal in einem Fangapparate von Oikopleura (1. IV.) beobachtet wurde, wurde nicht gemessen.

4. Chrysomonadine Nr. 4. (Taf. I, Fig. 2).
Zelle kugelig, mit 2 grossen diatominfarbenen wandständigen Chromatophoren und 2 gleichlangen polständigen Geisseln, die kaum die doppelte Körperlänge erreichen. Durchmesser der Zelle 6,5—12 1/2 μ. — Diese Form war ebenso häufig wie die Chr. Nr. 1. Wie jene so enthält auch diese wahrscheinlich viele nackte Stadien von Coccolithophoriden.

5. Chrysomonadine Nr. 5. (Taf. I, Fig. 4).
Zelle eiförmig mit gerade abgestuztem vorderen Pol, der 2 gleichlange wenig über körperlange Geisseln trägt. In dem sehr körnchenreichem Plasma liegen 2 plattenförmige blassgrünlich-gelbe Chromatophoren. Durchmesser der Zelle 6 1/2 μ. — Im Fangapparat von Oikopleuren. (28. III).

6. Phacomonas pelagica n. gen, u. nov. sp. (Taf. I, Fig. 10 und 11).
Zelle linsenförmig mit 2 sehr grossen scheibenförmigen gelbgrünen Chromatophoren. Der Geisselpol trägt eine grosse Papille, von der eine lange Geissel entspringt, während etwas weiter äquatorwärts auf dem schmalen Körperrande eine kleinere Papille mit einer erheblich kürzeren Geissel sich erhebt. Bei der sehr lebhaften Schwimmbewegung der Pflanze umkreist diese Nebengeissel unausgesetzt die Hauptgeissel und bewirkt, dass auch die Zelle selbst, indem sie durch die Thätigkeit der Hauptgeissel in der Richtung des geissellosen Poles sich fortbewegt, sich schnell um ihre Hauptachse (die durch die Pole geht) dreht. Doch kann die Zelle sich auch fortwährend überschlagen, so dass sie sich um eine durch das Centrum der Chromatophoren gehende Transversalachse dreht. Durchmesser der Zelle 5—10 μ. Diese Art, die durch die eigenthümliche Gestalt und ihre eigenartige Bewegung

leicht auffällt, kam nicht eben selten sowohl in Schöpfproben wie in den Gehäusen der Appendicularien vor. Ich fand sie im Januar, Februar und März.

3. Cryptomonadinen.

Nur eine Form dieser Phytoflagellaten wurde häufiger im freien Wasser und in den Fangapparaten der Oikopleuren beobachtet. Ich will dieselbe, da ich sie mit keiner der bisher beschriebenen Arten identificiren kann, Cryptomonas pelagica nov. sp. nennen.

Die Zelle ist gestreckt eiförmig (Taf. I, Fig. 16), am Geisselpole gerade abgeschnitten, am geisselfreien Pole zugespitzt. Der Geisselpol wird fast ganz und gar von einer weiten Oeffnung eingenommen, die sich schlundartig bis zur Mitte des Körpers fortsetzt und aus der die beiden gleichlangen Geisseln entspringen. In der Nähe des hinteren Poles liegt eine grosse Vakuole mit kugeligem Binnenkörper, die vielleicht den Kern darstellt. Neben dem Schlunde befinden sich mindestens 2 grüne Chromatophoren; doch ist auch der ganze übrige Körper hell grün gefärbt. Die Länge der Zelle beträgt 15 μ. — Wiederholt im Dezember, März und April beobachtet; in den Gehäusen war die Flagellate einige Male recht häufig.

4. Eugleninen.

Von Eugleninen wurden 3 verschiedene Gattungen beobachtet.

1. Euglena Ehrbg.
   Die Art war 21 μ lang und ausserordentlich metabolisch. Sie kroch oder schwamm sehr schnell unter energischen Contraktionen des Körpers mit dem geissellosen Pole voran, wobei das vorangehende Rumpfende häufig wie ein spitzer Fortsatz vorgezogen war. Die Geissel war kurz, mehrmals kürzer als der Körper, der zahlreiche kleine schmal-elliptische Chromatophoren enthielt. — Diese Form wurde nur einmal in einem alten verlassenen Gehäuse von Oikopleura beobachtet, das auch eiförmige Cysten derselben Art enthielt. Die Cysten waren 10 μ lang und von einer farblosen, glatten Haut gebildet, die die Euglena deutlich erkennen liess.
2. Eutreptia Perty.
   Gestreckt lanzettförmig, 21,5 μ lang, mit 2 den Körper reichlich an Länge übertreffenden Geisseln an dem einen Pole. Chromatophoren gross, unregelmässig geformt, gering an Zahl. Körper stark metabolisch. — Wiederholt in Gehäusen von Oikopleuren beobachtet; encystirte Stadien waren kugelig und hatten eine gallertige, blasse Hülle ausgeschieden. Ihr Durchmesser betrug nur 6,5 μ (ohne Hülle).
3. Cryptoglena Ehrbg. (?).
   Die Form, die ich hierher stelle, da sie mit Ehrenbergs Abbildungen gut übereinstimmt, hat einen eiförmigen Körper mit gerade abgestutztem Geisselpol und ist 8—10 μ lang. Einzelne Chromatophoren habe ich nicht erkennen können, doch war die Zelle intensiv grün gefärbt und besass einen rothen Pigmentfleck. Die Gestalt war unveränderlich starr. Vom Geisselpol entsprangen 2 etwas mehr als körperlange Geisseln. Klebs und Senn stellen zu Cryptoglena nur Arten mit 1 Geissel; Ehrenberg selbst bildet dagegen auch

Formen mit 2 Geisseln (Cr. conica) ab, und da bei anderen Flagellaten die Zahl der Geisseln sicher nicht als Gattungsmerkmal verwerthet werden kann (Coccolithophoriden), so darf ihr vielleicht auch hier nicht ein solcher Werth beigelegt werden. — Diese Euglenine wurde sowohl in Schöpfproben wie in Oikopleurengehäusen wiederholt beobachtet und war zuweilen nicht selten. Auch in 20 und 50 m Tiefe wurde sie gefunden.

5. Protophyten unsicherer Stellung.

1. Acanthoica coronata nov. gen. et nov. sp. (Taf. II, Fig. 21, 22).
In der Gattung Acanthoica fasse ich 2 kleine Organismen zusammen, die sich durch den Besitz einer nicht aus einzelnen Plättchen gebildeten Kalkschale mit langen Schwebborsten und von Chromatophoren auszeichnen. Ich habe weder Geisseln noch Pseudopodien entdecken können. Die Formen waren nur sehr spärlich vorhanden und sehr klein. Auch über den Bau der Zelle und der Chromatophoren vermag ich nichts Näheres anzugeben.

Die vorliegende Art bildet eine kugelige Schale mit regelmässig vertheilten Buckeln aus, die an dem einen leicht abgestutzten Pole, an dem die Schale von einer Oeffnung durchbrochen zu sein schien, etwa 6 auf Buckeln stehende feine, starre Kalkborsten trägt. Der Durchmesser der Schale misst nur 6,5 μ. — Im Fangapparate von Oikopleuren, 6. III. und 1. IV.

2. Acanthoica quattrospina nov. sp. (Taf. II, Fig. 23 u. 24).
Schale buckelig, kugelig oder elliptisch, mit 2 Paar diametral einander gegenüberstehenden Stacheln. 8,5—16 μ lang. — Diese Art war nicht so selten wie die vorige. Sie wurde im November, Februar, März und Mai, sowohl in Schöpfproben, wie in Gehäusen von Appendicularien gefunden, allerdings immer nur vereinzelt.

3. Meringosphaera baltica und mediterranea nov. gen. et nov. sp. (Taf. I, Fig. 19 und 17, 18).
Als Meringosphaeren bezeichne ich kleine, grüne Chromatophoren führende Zellen ohne Panzer, ohne Gürtelfurche, aber mit langen Schwebborsten. Hensen hat zuerst eine hierher gehörende Art in der Ostsee entdeckt und 1887 in seiner Arbeit über das Plankton auf Taf. 5 Fig. 55 abgebildet. Nach der Abbildung muss die Zelle, die nach Hensen gelb gefärbt war, etwa 30 μ gross gewesen sein und sehr zahlreiche (23 sind sicher in der Figur zu zählen) eigenthümlich gewundene Fortsätze von wenig mehr als Körperlänge getragen haben. Mit Micromembranfiltern fand Hensen diese Art, die M. baltica heissen mag, nicht grade selten im Meere. Eine Copie der Abbildung gebe ich auf Taf. I Fig. 19. Chromatophoren hat Hensen nicht gesehen.

Im Mittelmeer fand ich wiederholt eine nahe verwandte Art, die aber nur einen Durchmesser von 6,5 μ hat und nur wenige (7—9), aber sehr viel längere Schwebborsten besitzt (M. mediterranea.) Die letzteren sind ebenso wellig gebogen wie bei der Ostseeform und starr. Im Zellleibe liegen 4 schalenförmige wandständige Chromatophoren. Auffällig war eine ganz blasse flockige Masse, welche die Zelle in einem Falle (Fig. 17) umgab und in welche kleine, blasse, farblose Kügelchen in ziemlich regelmässiger Weise eingelagert

waren. Da die Chromatophoren bei diesem Individuum von der Wand abgerückt im Innern der Zelle lagen, handelte es sich hier vielleicht um einen pathologischen Prozess. — Die Art wurde im Oktober, November, Dezember, Januar, Februar und März im Oberflächenwasser gefunden.

4. Meringosphaera divergens nov. sp. (Taf. I, Fig. 20).
Erheblich seltener als die vorige Art; die kugelige, 7 μ grosse Zelle enthält 3 grüne, schalenförmige, wandständige Chromatophoren und trägt 12 lange, schwach gebogene Borsten, die sämmtlich von dem einen Pole abgewandt sind und divergiren. 6 Borsten entspringen von dem den Borsten abgewandten Pole, 6 Borsten dicht vor dem anderen Pole. — Im Januar, Februar und März, in Schöpfproben von der Oberfläche und aus 5 m Tiefe.
5. Meringosphaera hydroidea nov. sp.
Von dieser Art habe ich nur 1 Exemplar beobachtet (Oberflächenwasser Januar). Die grüne, kugelige Zelle misst nur 3,5 μ im Durchmesser und trägt 7 wellig gebogene lange Fortsätze, die aber sämmtlich von einem Pole der Zelle entspringen und vor demselben nach allen Seiten, aber fast in einer Ebene divergiren. Chromatophoren habe ich nicht gesehen.
6. Schwärmsporen unbekannter Stellung. (Taf. I, Fig. 3 u. 6).
Im April fand ich in den Fangapparaten von Oikopleuren unter vielen Chrysomonadinen einige Zellen, die ihre Geissel nicht polständig, sondern seitlich trugen und dadurch sofort auffielen. Die eine Form (Fig. 3) besass eine sehr zarte Membran und nur einen einzigen, plattenförmigen, diatominfarbenen Chromatophor. Ihre Grösse betrug 21,5 μ. Die beiden Geisseln waren ungleich lang und entsprangen an der Grenze zwischen dem abgestutzten Vorderende und dem Seitenrande, dicht neben einander.

Die andere Form (Fig. 6) war nahezu nierenförmig gestaltet und nur 8,5 μ lang. In der Mitte der abgeplatteten Seite entsprangen 2 ebenfalls verschieden lange Geisseln. Der Körper enthielt 2 bräunliche Chromatophoren.

Vielleicht sind beide Formen Schwärmsporen irgend welcher Phytozoen oder Algen.

4. Blastomyceten und Bakterien.

Bei der Kleinheit aller zu diesen beiden Gruppen gehörenden Organismen, ist ein Fang derselben mit durchbrochenem Zeuge selbstverständlich ausgeschlossen. Auch mit Papierfilter habe ich keine Bakterien oder Sprosspilze erhalten, wahrscheinlich dringen diejenigen Zellen, welche nicht das Filter passiren, zwischen das Balkenwerk der Fasern ein und gehen so verloren. Mit dichtem Taffet hingegen begegnet man recht häufig Bakterien und in den frisch gefangenen und eben erst vom Thiere verlassenen Gehäusen der Appendicularien kommt sogar meistens eine Anzahl Bakterien vor. Blastomyceten habe ich dagegen nur in 2 alten, offenbar schon längere Zeit leer umhertreibenden Gehäusen gesehen, wo die unregelmässig rundlichen bis eiförmigen Zellen ganz blass-bläuliche unregelmässig verzweigte Ketten bildeten. Die einzelnen Zellen, welche je 1—3 kleine, stark lichtbrechende Körnchen enthielten, waren 1—4 μ lang.

Von Bakterien waren 3 Formen am häufigsten, die ihrer Gestalt nach den Gattungen Vibrio Ehrenberg, Bacillus Cohn und Bacterium Ehrenbg. zugestellt werden müssten. Die Vibrio-

Art war $6^1/_2$—$8^1/_2$ μ lang und schwamm mit ihrem wellenförmig gebogenen, cylindrischen Körper sehr lebhaft im Wasser umher. Von den gerundeten Polen trug der eine jedenfalls 1 Geissel. Neben ihr kam eine sehr dünne stabförmige Bacillusart von 15 μ Länge und eine kleine, nur 1—2 μ lange, meist in Gruppen zusammenliegende Bakterium-ähnliche Form häufig vor. An ein Zählen dieser blassen kleinen Organismen war natürlich nicht zu denken. Dies ist nur unter Anwendung von Kulturen möglich, und selbst diese geben nie die volle Zahl der wirklich im Meere vorhandenen Bakterien an, da jede Kulturmethode nur für bestimmte Arten einen günstigen Nährboden liefert.

Fischer hat gezeigt,[1]) dass nach den Ergebnissen der Plankton-Expedition die Masse, welche durch die Bakterien im Meere repräsentirt wird eine im Vergleich zu dem übrigen Plankton garnicht unerhebliche sein kann und dass, wenn man für 1000 Liter nur 785 Millionen Bakterien annimmt, eine Zahl die den Durchschnitt für die Sargossosee darstellt und für die Syrakusanischen Gewässer mir sehr niedrig erscheint, dieselben etwa das Volumen von 0,8 cmm repräsentiren. Das würde so viel sein, wie das Volumen aller Gymnodinien, Peridinium und Goniodoma acuminatum in dem Dezemberfange bei Syrakus.

5. Ruhezustände von Protisten (Cysten).

Bei sorgfältiger Durchmusterung des Planktons begegnet man immer von Zeit zu Zeit Zellen, die sich keiner der Protistenordnungen einreihen lassen, stets der Lokomotionsorgane und meist auch jeder ohne besondere Reagentien erkennbarer Differenzirungen des Zellleibes entbehren und immer in eine allseitig schliessende Hülle eingeschlossen sind, die bald gallertig, bald chitinig, bald kalkig ist und sehr mannigfach structurirt sein kann. Ihre Bedeutung könnte nur durch Kulturversuche aufgeklärt werden; aber ihr Vorkommen ist gewöhnlich ein so spärliches und ihre Grösse so gering, dass dies mit sehr grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Im Allgemeinen werden sie Ruhezustände von Protophyten und Protozoen sein, vor allem in der Nähe der Küste kann aber ein Theil derselben ursprünglich dem Meere fremd sein und vom Lande herstammen. Im Süsswasser dürfte ihre Bedeutung erheblich grösser sein als im Meere.

Ich gebe hier nur wenige Zahlen, um das Vorkommen dieser Formen zu charakterisiren.[2]) Sie sind ausnahmslos so klein, dass sie mit Müllergaze Nr. 20 nicht mehr quantitativ gefangen werden können, denn die Mehrzahl bleibt unter 20 μ Durchmesser, nur wenige überschreiten 30 μ.

Einzelne grüne Zellen von 3—16 μ Durchmesser in eine Gallerthülle eingeschlossen waren im Dezemberfange ziemlich häufig. Während der Netzfang garkeine Exemplare enthielt, hatte das Papierfilter 97 900, der Seidentaffet 494 107 auf 1000 Liter gefangen. Da die Gallerthülle einen Durchmesser von 25—45 μ besass, so war die Masse dieser $^1/_2$ Million Zellen nicht unerheblich; hätte dieselbe durchgehend nur 25 μ D. betragen, so würde das Volumen eines Individuums bereits 8180 cμ, das einer $^1/_2$ Million aber 4090 Millionen cμ oder 4 cmm betragen haben oder ungefähr der Masse aller im Fange vorhandenen Chaetoceras und Thalassiothrix gleichgekommen sein.

[1]) Die Bakterien des Meeres, Ergebnisse der Planktonexpedition 1894, pag. 60.
[2]) Vergleicha auch Tabelle I, pag. 4.

Von Cysten mit fester Schale fand ich in den Schöpfproben im Maximum 48 im Liter, ihr Auftreten war aber sehr unregelmässig und meist viel spärlicher. Eine grössere Bedeutung haben sie während meiner Untersuchungen in Syrakus nicht erreicht.

Auch die Fangapparate der Appendicularien zeigten nur einmal grössere Mengen dieser Ruhezustände, indem am 18. März die oben besprochene grüne Spore mit Gallerthülle recht häufig auftrat. Doch habe ich damals keine Zählungen gemacht.

IV. Schlüsse aus den Untersuchungen über den Gehalt des Meeres an Auftrieb und über die Methoden der Planktonforschung.

Wendet man die Ergebnisse der im vorigen Abschnitte besprochenen Untersuchungen auf die Dezemberfänge bei Syrakus an und stellt, wie das in der nachfolgenden Tabelle XIII pag. 72 geschehen ist, für alle damals im Wasser gefundenen Organismen die Zahlen für 1000 Liter so zusammen, dass zunächst die mit Müllergaze nachgewiesenen Mengen aufgeführt werden, dann der Zuwachs, den die Filtration des Wassers durch Papierfilter ergab, daneben gestellt wird, sowie die weiteren Individuen, welche durch die Seidefiltration und endlich durch die Untersuchung der Appendicularien-Fangapparate noch nachgewiesen wurden, in 2 weiteren Rubriken folgen, so ergiebt eine einfache Summirung der Beträge diejenige Menge, welche von jeder Organismengruppe dem wahren Gehalte des Meeres am meisten entsprochen haben würde. Es ergiebt sich dabei unter Anderem, dass von den mehr als 2 Millionen Pflanzen nur 111000 von der Müllergaze erbeutet wurden, während die Filtration mit Papier, Seide und Appendicularien-Gehäusen der Reihe nach je einen Zuwachs von rund 650000 Pflanzen brachten; von Thieren wurden im Ganzen nur etwa $^1/_3$ Million gefunden, von denen nur 9000 mit dem Netze gefangen wurden. Solche Zahlen haben indes keinen grossen Werth, da die kleinsten Organismen naturgemäss die grössten Zahlen geben. Hätten auch die Bakterien berücksichtigt werden können, so würde deren Zahl die sämmtlicher übrigen Organismen vollständig in Schatten stellen. Berechnet doch Fischer, dass im offenen Atlantischen Ocean in einem Falle auf 1000 Liter einer vertikalen Wassersäule von 0—200 m ungefähr 785 Millionen gelebt haben müssen, eine Zahl, gegenüber welcher die $2^1/_3$ Millionen unserer Fänge ganz verschwinden. Die Zahlen erhalten aber einen grossen Werth, wenn es gelingt, die ihnen entsprechende Masse zu berechnen. Die Arbeit ist freilich sehr mühsam und zeitraubend; doch habe ich sie für die Dezemberfänge so sorgfältig wie möglich ausgeführt, indem ich während der Zählungen Individuen der einzelnen Arten mass und später nach diesen Messungen das Volumen derselben bestimmte. So wurde für jede bei der Zählung unterschiedene Form ein jedenfalls annähernd richtiges Volumen gefunden. Bei den kugeligen, trommelförmigen oder cylindrischen Formen war die Berechnung leicht und genau; bei den unregelmässigen und komplizirteren Formen wurden Skizzen gemacht, die Hauptmasse so weit wie möglich als Kugel, Kegel, Cylinder, Pyramide oder ein Kompositum aus solchen Körpern berechnet

und die Fortsätze und Anhänge abgeschätzt. Auf ganz genaue Bestimmungen kam es nicht an, da fast überall individuelle Schwankungen vorkommen; vor allem bei Metazoen sind dieselben nach dem Alter sehr gross. Hier wurden Mittelwerthe aus verschiedenen Messungen genommen. Dadurch, dass ich für jede Form einen besonderen Werth berechnete und die Berechnungen sämmtlich nach Individuen aus den Fängen selbst ausführte, habe ich grössere Fehler, die die allgemeinen Ergebnisse wesentlich beeinflussen könnten, so viel wie möglich ausgeschlossen [1]) Die Zahlen, welche die Volumina für die Diatomeen, Peridineen u. s. w. angeben, sind daher aus der Summirung der Volumina für die einzelnen Formen dieser Gruppen gewonnen; sie stellen Kubikmillimeter dar; was weniger als $^1/_{100}$ cmm betrug, ist fortgelassen. Es ergiebt sich nun aus der Tabelle, dass die Gesammtmasse aller Auftrieborganismen in 1000 Litern 52,4 cmm betragen hat, wovon aber nur 21 cmm durch die Müllergaze gefangen wurden. [2]) Das Netz hat also nur $^1/_{2,5}$ der ganzen Planktonmasse erbeutet oder einen Verlust von 60% erlitten.

Tabelle XIII.

	1. Individuenzahlen für 1000 Liter					2. Volumina für 1000 Liter (cmm)				
	Müllergaze Nr. 20	Papierfilter	Seidentaffet	Appendicul.	Summe	Gaze	Papier	Seide	Gehs.	Summe
Diatomeen	108000	475000	122500	395000	1100500	2,4	7,1	0,5	0,2	10,2
Peridineen:										
1. Pyrocysteen	65	—	—	—	—	0,9	—	—	—	0,9
2. Gymnodinieen	—	32000	121000	251250[1])	404250	—	0,6	0,02	0,04	0,66
3. Peridiniaceen	2250	35200	—	—	37450	0,1	0,6	—	—	0,7
Andere Flagellaten (Coccolithophoriden und Silicoflagellaten)	80	17300	3800	17500[2])	38680	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04
Halosphaera	360	7400	—	—	7760	0,5	0,2[3])	—	—	0,7
Phytozoen unsicherer Stellung	—	97900	396200	—	494100	—	0,7	3,1	—	3,8
Summe der Produzenten	110755	664800	643500	663750	2082845	3,9	9,24	3,62	0,24	17,00
Rhizopoden	2650	3335	—	—	5985	0,5	0,3	—	—	0,8
Flagellaten	20[4])	—	47060	217320	264400	0,26	—	0,00	0,01	0,27
Ciliaten:										
1. Tintinnen	490	19340	—	—	19830	0,01	0,05	—	—	0,06
2. Andere Ciliaten	200	4865	30230	(?)	35295	0,00	0,00	0,00	(?)	0,00
Metazoen	5670	11655	—	—	17325	16,5	18,2	—	—	34,7
Summe der Konsumenten	9030	39195	77290	217320	342835	17,27	18,55	0,00	0,01	35,83.

[1]) Verlust der Seide = 67,5% gerechnet. [2]) Verlust der Seide = 82,2% gerechnet. [3]) D. zu nur 40 μ gerechnet' beobachtet wurden Exemplare von 23—750 μ D. [4]) Leptodiscus medusoides Hertwig.

[1]) Bei Arten mit starken Grössenunterschieden der Individuen werden natürlich die grösseren Exemplare vorwiegend mit den gröberen Fangapparaten gefangen, soweit sie überhaupt durch dieselben zurückgehalten werden. Daher müsste streng genommen für die Individuen dieser Formen, die von der Müllergaze 20 erbeutet werden, ein grösseres Volumen gerechnet werden als für die nur auf dem Papier- und Seidenfilter zurückbleibenden Exemplare. Dies ist bei den vorliegenden Berechnungen für die Copepoden (Erwachsene und junge Copepoden wie 5 : 1, Nauplien wie 2 : 1), die Wurmlarve mit gegliedertem Rumpfe (3,5 : 1) und Halosphaera viridis (c. 40 : 1) berücksichtigt. Für die übrigen Organismen dürfte der durch Vernachlässigung dieses Umstandes entstandene Fehler nur sehr gering oder gleich Null sein, da der Hauptverlust der Müllergaze 20 auf Formen beruht, die durchgängig für die Maschen derselben zu klein sind.

[2]) Durch Absetzenlassen des Müllergazefanges in einem Messcylinder ergab sich ein Volumen von 0,5 ccm oder fast 25 mal mehr als das hier durch Rechnung gefundene dichte Volumen. Hensen fand bereits (Methodik, p. 141), dass die Messung des Volumens durch Verdrängung den 4. bis 50. Theil des durch Absetzen erhaltenen Volumens ergab.

In der Ostsee fand ich durch Filtriren geschöpften Wassers durch Papier und Müllergaze einen durchschnittlichen Verlust von 55 %, indem ich die Masse der einzelnen Fänge sich in Messcylindern absetzen liess. Von 19 Fängen zeigte 1/3 einen Verlust zwischen 50 und 60 %, 2/3 einen solchen zwischen 45 und 65 %. Der kleinste Verlust betrug 28,5, der grösste 88,5 %. Aber in der Ostsee war das Wasser im Durchschnitt etwa 25 mal so reich an grösseren Auftriebformen als das Mittelmeer bei Syrakus im Dezember und der geringere Verlust daher leicht verständlich. Wahrscheinlich wird man im Mittelmeer, wie in allen planktonarmen Meeren mit einem grösseren Verluste rechnen müssen als bei dem Fischen in planktonreichen nordischen Meeren, und ein ähnlicher Unterschied wird im Laufe des Jahres in ein und demselben Gebiete sich geltend machen. Wäre die Zusammensetzung des Auftriebs überall und jederzeit annähernd die gleiche, und wechselte nur die Menge desselben, so wäre es möglich einen Coeffizienten für den Verlust der Netzfänge zu finden, denn dann müsste derselbe offenbar umgekehrt proportional der Menge des Planktons wachsen. Da aber stets die Zusammensetzung des Auftriebs aus Arten sich räumlich und zeitlich nicht weniger stark als die Gesammtmasse ändert, so ist diese Möglichkeit im Allgemeinen sicher ausgeschlossen und höchstens für ganz kleine Gebiete mit sehr gleichartigem Auftrieb gegeben.

Brandt hat gemeint, das Verhältniss, welches nothwendiger Weise zwischen Konsumenten und Produzenten auch im Meer bestehen muss, zur Feststellung des Verlustes benutzen zu können[1]). Aber wir wissen über dieses Verhältniss so gut wie nichts. Dass die Masse der Konsumenten der der Produzenten etwa gleich sein müsse oder doch nicht längere Zeit hindurch die der Produzenten erheblich überragen könne, ist nicht beweisbar. Wenn die Vermehrungsschnelligkeit und die durchschnittliche Lebensdauer der Konsumenten und Produzenten gleich wäre, so müsste der Nährwerth der Konsumenten, der ja aber nicht der Masse proportional zu sein braucht, immer kleiner als der der Konsumenten sein, da selbstverständlich nicht alle vorhandene Nahrung vollständig ausgenutzt werden kann und ausserdem ein Rest der Produzenten unberührt bleiben muss, um die vernichtete Nahrung neu zu bilden. Sobald aber, was in Wirklichkeit zutrifft, die Produzenten sich erheblich schneller vermehren als die Konsumenten und diese an Lebensdauer die Produzenten bedeutend übertreffen, hört dieses Verhältniss auf ein zwingendes zu sein. Denn nun braucht nur der tägliche Nahrungsbedarf von den Produzenten in 24 Stunden gedeckt zu werden; für dessen Abschätzung fehlt uns aber vorläufig jedes Mittel. Auch wenn uns also die Müllergazefänge über die Masse der im Meere vorhandenen Konsumenten Aufschluss geben könnten, so würde damit doch noch keine Möglichkeit gegeben sein, danach den Verlust abzuschätzen.

Thatsächlich fängt aber auch die Müllergaze von den Konsumenten nur einen Bruchtheil, dessen Grösse selbst erst durch Versuche festgestellt werden kann. Nachstehende kleine Tabelle giebt die Masse der Produzenten und Konsumenten an, welche in den Dezemberfängen bei Syrakus mit den verschiedenen Methoden nachgewiesen wurden. Die Müllergaze fing also nur fast die Hälfte der Thiere, während sie von den Pflanzen nur etwa 1/4 zurückzuhalten vermochte. Es ist also leider klar, dass das durch Müllergazefänge festgestellte Verhältniss zwischen

[1]) Ueber den Stoffwechsel im Meere, Kiel, 1899, pag. 32.

Wahrer Planktongehalt nach den verschiedenen Fangmethoden berechnet	I. Produzenten		II. Konsumenten	
	Individuenzahl	Volumen	Individuenzahl	Volumen
1. Müllergaze Nr. 20	111 000	3,9	9 000	17,2
2. Papierfilter	665 000	9,2	39 000	18,6
3. Seidentaffet	643 000	3,6	77 000	0,0
4. Gehäuse der Appendicularien	664 000	0,2	217 000	0,0
5. also **annähernd richtiger Gehalt von 1000 Litern**	2 083 000	17,0[1]	343 000[1]	35,8

Konsumenten und Produzenten (1 : 4,4 statt 1 : 2) und ebenso die Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Planktons, soweit sie die Zusammensetzung ganzer Fänge betreffen und sich nicht auf einzelne Planktonorganismen beschränken, erheblicher Korrektur bedürfen. Die Hauptmasse des Auftriebs kommt erst durch Papierfiltrationen hinzu, doch bringt die Seide noch einen bemerkenswerthen Zuwachs an Pflanzen. Die Ergebnisse der Filtrationen der Appendicularien haben auf unsere Vorstellungen von dem Volumen des Auftriebs keinen Einfluss. In Wirklichkeit ist die Gesammtmasse des Planktons natürlich noch etwas grösser gewesen, da die Bakterien ganz ausser Acht gelassen sind und vielleicht auch die Zahlen für kleinste nackte Protisten etwas zu klein ausgefallen sein mögen; aber hierdurch würde ein Zuwachs von allerhöchstens wenigen cmm entstehen, der also auf das Resultat gar keinen Einfluss haben könnte. In wie bedeutender Weise die Müllergazefänge die Zusammensetzung des Planktons umgestalten, zeigt vor allem der Umstand, dass von den 21 cmm, welche mit Müllergaze gefangen wurden, 16,5 oder fast 80% durch Metazoen gebildet wurden, während die Gewebsthiere in Wirklichkeit nur 55% des ganzen Auftriebs bildeten (Tab. XIII). Die Müllergaze fängt eben fast nur die Gewebsthiere ausreichend, während sie von allen anderen Organismen nur Bruchtheile zu fangen vermag. Einzelne besonders grosse Protisten wie die Noctiluken, Pyrocysten, Ceratium tripos, Ethmodiscus u. A. werden allerdings vollständig erbeutet, aber dafür gehen die wichtigen Gruppen der Tintinnen, Foraminiferen, Chrysomonadinen und Gymnodinien fast ganz verloren. Was von ihnen mit Müllergaze gefangen wird, ist ein verschwindend kleiner Bruchtheil ihrer wirklich im Meere vorhandenen Menge und kann über das Vorkommen dieser Formen keinen wissenschaftlich brauchbaren Aufschluss geben. Wir wissen bisher nichts über die Vermehrungsschnelligkeit der Chrysomonadinen und Gymnodinien und können daher nicht beurtheilen, welche Bedeutung ihrem in den Dezemberfängen nur kleinen Volumen von noch nicht 1 cmm (!) thatsächlich zukam. Sie bildeten aber während der ganzen Zeit meines Aufenthaltes in Syrakus vom September bis Mai die Hauptnahrung der Appendicularien, und die Chrysomonadinen erfüllten oft in grossen Mengen den Körper von Ciliaten, vor allem von Tintinnen. In allen frisch verlassenen Gehäusen der Appendicularien wimmelte der Fangapparat von jenen kleinen Pflanzen, während die thierischen Protisten ganz zurücktraten. Nun verschwenden aber die Appendicularien einen grossen Theil ihrer Nahrung, da sie stets in den alten abgeworfenen Gehäusen eine grosse Zahl von Organismen zurücklassen, die mit denselben langsam niedersinken und schliesslich zu Grunde gehen, wenn sie nicht etwa sammt den Gehäusen von grösseren Thieren verschluckt werden. Es muss also eine reichliche Menge dieser Nahrung den Appendicularien stets zur Verfügung stehen, so dass

[1]) Nach Tabelle XIII abgerundet

die Vermuthung nahe liegt, die Gymnodinien sowohl wie die Chrysomonadinen vermehrten sich sehr schnell und vermöchten so trotz verhältnissmässig nur geringer Zahl den sehr starken Frass durch die Thiere leicht zu ertragen.

Tabelle XIV.

Einfluss der Fangmethode auf die Resultate bei Untersuchungen über den Wechsel im Auftreten der Auftrieborganismen.

	1. Müllergaze		2. Dichte Filter		Müller-gaze	Dichte Filter
	26. X.	19. XII.	26. X.	19. XII.		
Chaetoceras	37 000	47 200	454 200	291 100	1 : 1,3	1,5 : 1
Sceletonema	650	—	112 000	400	x : 1	280 : 1
Thalassiothrix nitschioides	4 500	35 000	10 900	320 600	1 : 7,8	1 : 29,4
Nitschia closterium	200	300	6 200	44 700	1 : 1,5	1 : 7,2
Silicoflagellaten	15	55	3 425	6 250	1 : 3,6	1 : 1,8
Coccolithophoriden	650	30	102 200	11 250	21,6 : 1	9,1 : 1
Ceratium tripos	430	1 140	435	1 200	1 : 2,6	1 : 2,7
Pyrocystis noctiluca	37	65	37	65	1 : 1,7	1 : 1,7
Halosphaera viridis	140	360	3 900	7 400	1 : 2,5	1 : 1,9
Globigerinen	35	250	?	2 125	1 : 7,1	1 : x
Radiolarien	470	2 400	1 680	3 850	1 : 5,1	1 : 2,3
Tintinnen	300	500	7 150	19 825	1 : 1,6	1 : 2,7
Copepoden	4500	4 800	9 700	14 100	1 : 1,1	1 : 1,4
Sagitten	4	3	4	3	1,3 : 1	1,3 : 1
Craspedote Medusen	13	4	13	4	3,2 : 1	3,2 : 1

Neben den Fragen nach der Masse des Auftriebs, seiner Zusammensetzung aus Konsumenten und Produzenten und nach seiner chemischen Beschaffenheit sind von grundlegender Bedeutung für die Erkenntniss des Meereshaushaltes die Untersuchungen über die Vermehrungsschnelligkeit und die Grösse der Vernichtung, der eine jede Art durch ihre Feinde unterworfen ist. Hensen hat wie jene anderen Fragen so auch diese zuerst ernstlich in Angriff genommen und den Weg gezeigt, auf dem sie erfolgreich durchgeführt werden können. Es ist klar, dass die Wirkung dieser beiden Faktoren in der jedesmaligen Volksstärke einer Art zum Ausdruck kommt und also der Wechsel in der Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Planktonarten abgesehen von Strömungen durch sie erklärt werden muss. In Tabelle XIV ist die Zunahme und Abnahme einiger Planktonformen angegeben, einmal wie sie nach Netzzügen mit Müllergaze und ferner wie sie nach Fängen mit dichtem Filter sich darstellen. Für Chaetoceras haben die Netzfänge eine Zunahme vom Oktober zum Dezember vorgetäuscht, während in Wirklichkeit eine Abnahme erfolgt war; bei Thalassiothrix und Nitschia ist die Zunahme sehr viel stärker, bei den Coccolithophoriden die Abnahme sehr viel geringer als die Müllergazefänge ergaben. Es würden also diese Zahlen zu ganz anderen Werthen für Vermehrung und für Vernichtung führen als den wirklichen Verhältnissen entsprechen.

Eine dritte Gruppe von Fragen beschäftigt sich lediglich mit der zeitlichen und räumlichen Verbreitung der einzelnen Arten des Auftriebs. Es ist dies sogar diejenige Art der Planktonforschung, welche die weiteste Verbreitung gefunden hat und am eifrigsten betrieben wird. Schon für die einfache Konstatirung, ob eine Art unter irgend welchen Bedingungen noch vorkommt, ist es wichtig sich vorher klar zu machen, ob Müllergaze für diesen Nachweis ausreicht oder nicht; sobald es sich aber darum handelt, in welcher Häufigkeit die Art auftritt und vor allem ob sie noch gut gedeiht oder aber an der Grenze ihres Vorkommens angelangt ist, ist eine solche Ueberlegung unumgänglich nothwendig. Die Häufigkeit der Nahrung und die Zahl der Eier, der Larven, der Theilungsstadien oder leeren Skelette geben uns nämlich, wie wiederum Hensen zuerst gezeigt hat, einen guten Anhalt für das Gedeihen einer Art und deshalb sind alle diese Verhältnisse von besonderer Wichtigkeit. Da aber die verschiedenen Zustände ein und derselben Form oft sehr verschiedene Grösse haben, so werden sie von Müllergaze in ganz ungleichem Grade gefangen und folglich ihr Mengenverhältniss mehr oder weniger stark gefälscht. Ich brauche hier nur auf die Auxosporen von Chaetoceras, die von der Müllergaze fast garnicht zurückgehalten werden, und auf die Nauplien der Copepoden sowie auf die vielen Eier hinzuweisen, die in grosser Menge die Netzzeuge passiren. Eine kritiklose quantitative Verwerthung des gesammten Inhaltes von Müllergazefängen zur Feststellung des Vorkommens der betreffenden Formen ist, wie ich schon früher hervorgehoben habe, eine zwar sehr zeitraubende Arbeit, aber wissenschaftlich von sehr geringem Werthe. Nur für solche Organismen hat es Sinn, Zahlen anzugeben, von denen die Hauptmasse sicher gefangen wird (also doch wenigstens 33%); in allen anderen Fällen würde es besser sein von einer Zählung abzusehen und nur das Vorkommen zu bemerken. Denn es ist falsch mit Zahlen zu operiren, deren Werth man nicht kennt.

Es ist also unabweisbar, dass für die Mehrzahl der von der quantitativen Planktonforschung zu lösenden Fragen die Müllergaze nicht ausreicht, weil die Hauptmasse des Auftriebs aus Formen besteht, die die Maschen dieses Netzzeuges mühelos passiren. Welche Methoden aber sind nun geeignet, die Müllergaze zu ergänzen und eine sichere zuverlässige Untersuchung des Planktons zu ermöglichen?

Jedenfalls ist ein Netz aus dichtem Zeuge der einzige Apparat, der uns gestattet, verticale Wassersäulen von beliebiger Höhe abzufiltriren. Eine Hauptschwierigkeit lag bei dieser Methode bisher in der geringen Wassermenge, welche ein Netz aus dichtem Zeuge filtrirt; aber nach den vorliegenden Untersuchungen ist es selbst in sehr planktonarmen Meeren sicher nicht nöthig, mehr als 100 Liter zu filtriren, um für die quantitative Untersuchung aller jener Organismen ausreichendes Material zu erhalten, die noch theilweise oder vollständig durch die Maschen der Müllergaze hindurchgehen. Man würde sich sogar im Allgemeinen mit 50 Litern, vielleicht sogar mit 30 begnügen können; natürlich müsste man dann das Vorkommen der grösseren Organismen durch Parallelfänge mit Müllergazenetzen feststellen.

Hierdurch würde zugleich der Vortheil gewonnen, dass die Netzwand, welche abgespült werden muss, um den Fang zu sammeln, nicht gefaltet zu werden braucht, und leicht und vollständiger gereinigt werden kann. Die grösste Schwierigkeit wird die bei dichtem Zeuge nicht zu vermeidende Verstopfung des Netzzeuges machen, da sie zur nothwendigen Folge haben muss, dass die durchfischte Strecke im Anfang sehr intensiv, dann aber immer weniger und weniger stark abfiltrirt wird und also keine gleichmässige Durchfischung der ganzen Wassersäule erreicht wird. Aber auch diese Fehlerquelle ist bei der Filtration nur kleiner Wassermengen viel leichter auf ein Minimum herabzudrücken, als wenn es nothwendig wäre, wie bisher meist geschehen ist, 1 oder mehrere Cubikmeter Wasser abzufiltriren.

Eine 2. Methode ist die von Kofoid, Volk und Anderen angewandte Methode, mit Schlauch und Pumpe eine verticale Wassersäule zu schöpfen und an Bord durch dichte Filter zu filtriren. Bis zu 100 m ist bei ruhiger See auch auf dem Meere vom Ruderboot aus dieses Verfahren anwendbar, und vom Dampfer aus lassen sich zweifellos noch grössere Tiefen erreichen. Auch zeigen meine Untersuchungen, dass die Resultate in quantitativer Beziehung durchaus brauchbar sind und sogar ein bequemes Mittel an die Hand geben, die Filtrationsgrösse der Müllergazenetze zu bestimmen. Immerhin ist das Verfahren kostspielig, erfordert ziemlich viel Arbeitskräfte und nimmt viel Zeit in Anspruch. Endlich lässt es sich nur bis zu relativ recht geringen Tiefen überhaupt anwenden und setzt vollständig ruhige See voraus. Für Untersuchungen in Binnengewässern ist es daher mehr geeignet als für Untersuchungen auf offener See.

Die 3. Methode beruht auf dem Schöpfen einzelner Wasserproben von 1—5 Liter Umfang aus verschiedenen Tiefen und die gesonderte quantitative Verarbeitung jeder einzelnen Probe nach Filtration durch dichte Filter. Die Untersuchung lässt sich sehr gut durchführen, wenn man nur die kleinsten und häufigsten Organismen zu berücksichtigen braucht und seine Untersuchungen längere Zeit in ein und demselben Gebiete anstellt. Man kommt dann mit sehr kleinen Wassermengen für die einzelne Untersuchung aus und kann in einem Vormittage die Verarbeitung einer Schöpfprobe erledigen. Für die spezielle Untersuchung einzelner, sehr häufiger Organismengruppen ist diese Methode nicht ungeeignet, sie lässt aber natürlich für die seltneren und grösseren Organismen in Stich und giebt kein Bild von der Zusammensetzung des gesammten Planktons.

Bei allen Methoden aber ist stets zu bedenken, dass eine Reihe von Organismen, die unter Umständen eine nicht unbeträchtliche Rolle im Auftrieb spielen wie Chrysomonadinen (z. B. Phaeocystis in der Nordsee), nackte Rhizopoden und Flagellaten durch die Conservirung zu Grunde gehen und ihre Menge daher nur im lebenden Zustande festgestellt werden kann. So oft sich Gelegenheit bietet, versäume man ferner nicht, die leeren Gehäuse der Appendicularien zu untersuchen, um an dem Inhalte des Fangapparates das Vorkommen der nackten Protisten zu kontrolliren, von denen manche schon durch die Filtration durch Seide oder Papier zerstört werden.

V. Schlussbemerkungen.

Das Hauptresultat der vorliegenden Arbeit ist ein dreifaches. Erstens hat sich gezeigt, dass das Meer erheblich reicher an Auftrieb ist, als man nach den bisherigen Untersuchungen annehmen konnte. Schon recht kleine Wassermengen genügen daher, um das quantitative Auftreten der Planktonorganismen festzustellen. Durch die Filtration von weniger als 100 ccm Wasser füllen die Appendicularien ihren Fangapparat mit grossen Mengen von Gymnodinien, Chrysomonadinen, Flagellaten, kleinsten Diatomeen und Bacterien, und durch die Untersuchung von Wasserproben von nur $^1/_4$ Liter Umfang war es möglich, die verticale Verbreitung der wichtigsten Microplanktonarten des Mittelmeeres festzustellen. Hierdurch ergab sich als 2. Resultat, dass die Gleichmässigkeit der Vertheilung des Auftriebs im Meer eine so grosse ist, dass selbst Stichproben von dieser Kleinheit von einem Tage zum anderen aus verschiedenen Tiefen entnommen ein klares Bild der Vertheilung des Planktons in den verschiedenen Wasserschichten lieferten. Drittens stellte sich noch deutlicher als durch die früheren Untersuchungen in der Ostsee heraus, dass die Fänge mit Müllergaze-Netzen nur einen sehr kleinen Bruchtheil der Planktonorganismen in genügender Menge fangen und dass dieselben nicht im Stande sind, uns ein zuverlässiges Bild von der wirklichen Menge und Zusammensetzung des Auftriebs zu geben. Sie sind vielmehr leider geeignet, unsere Vorstellungen irre zu führen und müssen daher durch andere Apparate ergänzt oder ersetzt werden. Dass dieses Resultat weder den Werth der quantitativen Planktonforschung noch das Verdienst des Begründers dieser Wissenschaft irgendwie berührt, ist schon weiter oben hervorgehoben. Nachdem aber erkannt ist, welche Mängel den bisher angewandten Apparaten anhaften, wäre es verkehrt, dieselben zu ignoriren. Das nächste Erforderniss aber sind Apparate, die den neuen Anforderungen soweit wie irgend möglich entsprechen.

Zusatz.

In Anschluss an die allgemeinen Ausführungen in der Einleitung und im Schlusse der vorliegenden Arbeit möchte ich hier noch mit einigen Worten auf zwei Arbeiten über das Plankton eingehen, die erst nach dem Abschlusse derselben erschienen sind.

1. H. H. Gran giebt in einer ausgezeichneten Abhandlung über „Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres“ (Report on Norwegian Fishery- and Marine-Investigations, vol. 2. 1902. Nr. 5.) einleitend einen kurzen Ueberblick über Entwickelung und Richtung der bisherigen Planktonforschung und kommt dabei zu dem Ergebniss, dass Hensen und seine Mitarbeiter die Bedeutung der Meeresströmungen für die Vertheilung des Auftriebs den anderen biologischen Faktoren gegenüber zu sehr unterschätzt haben, während umgekehrt Cleve die letzteren allzusehr ausser Acht gelassen und die Wirkung der Strömungen zu stark betont habe. Er versucht

daher in der neuen Arbeit diese zwei Richtungen in der Planktonforschung, „welche durch Hensen und Cleve repräsentirt werden", zu verschmelzen, denn „es ist deutlich geworden, dass man weder durch einseitige biologische Studien ohne Rücksichten auf die Meeresströmungen noch durch einseitig hydrographische Betrachtungen, ohne die Biologie der verschiedenen Arten zu berücksichtigen, weiter kommen kann" (pag. 9). Daher lautet der volle Titel seiner Arbeit auch „Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt".

Dass Gran zu einer solchen Vorstellung hat kommen können, beruht wohl darauf, dass er nur die Untersuchungen Hensens und seiner Mitarbeiter in der Ostsee und Nordsee berücksichtigt hat, denn in fast allen Arbeiten, die die Plankton-Expedition betreffen oder in Anschluss an dieselbe erschienen sind, sind Meeresströme nicht nur auf das Eingehendste behandelt, sondern es ist in ihnen auch bereits vollständig diejenige Forschungsmethode befolgt, welche jetzt Gran als neu und von ihm geschaffen ansieht. Die Fahrtlinie war unter ganz besonderer Berücksichtigung der Meeresströme gewählt, wie jede Betrachtung derselben ohne Weiteres ergiebt (Ergebnisse der Expedition, Bd. I, Taf. 1, 1892). Gleich nach der Rückkehr der Expedition sagte Brandt in einem Berichte über deren Ergebnisse (Naturwissenschaftl. Wochenschrift, Bd. 5, pag. 112, 1890): „Die Bedeutung der Meeresströme als Mittel und Schranken der Verbreitung von Plankton-Organismen und der Einfluss der verschiedenen Lebensbedingungen auf die Thier- und Pflanzenarten der hohen See wird auf Grund des reichen Materials gerade dieser Expedition sehr genau erforscht werden können." In den analytischen Planktonstudien konnte dann Schütt 1892 zeigen, dass der Wechsel in der Masse des Auftriebs, wie er während der Fahrt beobachtet und zur Darstellung einer Volumenkurve benutzt war, sich aus den Strömungsverhältnissen des durchfahrenen Gebietes vollständig erklären liess, und im gleichen Jahre versuchte er die Verbreitung der Planktonpflanzen auf die Strömungen des Meeres zurückzuführen (Das Pflanzenleben der Hochsee, Ergebnisse der Planktonexpedition Bd. I). Alle Bearbeiter einzelner Thiergruppen haben ähnliche Gesichtspunkte verfolgt und die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Im atlantischen Becken kommen nur 2 selbstständige Planktonformen vor: das Plankton der kalten, von den Polen herabkommenden Ströme und dasjenige der warmen, den aequatorialen Stromzirkeln angehörenden Ströme. Beide haben kaum 1 Art gemein[1]); ersteres ist artenarm, letzteres sehr artenreich. Will man diese Planktonformen studiren, so muss man solche Stromabschnitte wählen, in denen eine Beimischung anderen Wassers ausgeschlossen ist, denn beide Stromgebiete begegnen und durchdringen sich in ausgedehntester Weise. Ausserdem gesellen sich ihnen in der Nähe der Küste Küstenorganismen bei.
2. Neben den 2 selbstständigen Planktonformen begegnen wir daher einer Reihe von Formen unselbstständigen Charakters und zwar a) dem Plankton des Mischgebietes polaren und

[1]) Fritillaria borealis kommt allerdings in beiden Stromgebieten vor; aber die Art hat sich doch in 2 Formen getrennt, von denen die eine (var. sargassi) nur im warmen Wasser gedeiht, während die andere (typische Form) zwar im ganzen Verbreitungsgebiet vorkommt, aber doch in den kalten Strömen erheblich zahlreicher und grösser ist, als im warmen Wasser.

warmen Wassers, das als boreales Plankton bezeichnet werden kann, und b) den verschiedenen Mischungen des polaren, aequatorialen und borealen Planktons mit Küstenformen.

3. Die einzelnen Arten, welche das Plankton eines Stromes zusammensetzen, sind von sehr verschiedener Resistenz gegenüber dem Wechsel der Existenzbedingungen, dem sie bei dem Transport in der Strömung nothwendig unterworfen sind. Es tritt daher in den grossen Stromzirkeln, die wie der nordaequatoriale oder der südaequatoriale Zirkel sehr verschiedene geographische Breiten durchströmen und zur Vollendung eines Kreislaufes über 1 Jahr gebrauchen, aus diesen Gründen ein Wechsel in der Zusammensetzung des Auftriebs ein, der dem jahreszeitlichen Wechsel des Planktons eines stromlosen Gebietes vergleichbar ist. In denjenigen Strömen aber, die nicht in sich zurückkehren wie im Labradorstrom oder in der Golftrift erfolgt allmählich eine vollständige Auflösung der ursprünglichen Planktonwelt, deren Ablauf je nach der Jahreszeit verschieden ist.
4. Da wo Wasser und Plankton verschiedener Herkunft sich mischt, kann in Folge dieser verschiedenen Resistenz der Arten gegenüber den Existenzbedingungen von den aequatorialen Strömen kommendes Wasser eine vorwiegend oder gar ausschliesslich arktische Planktonwelt erhalten, nachdem die ursprünglichen Bewohner zu Grunde gegangen oder doch fast ganz durch die jetzt günstiger situirten nordischen Formen verdrängt sind. Planktonherkunft und Wasserherkunft decken sich also durchaus nicht immer, wenn sie auch meistens zusammenfallen.
5. Das Plankton ein und desselben Meeresabschnittes ist demnach nur dann endemisch, wenn das Gebiet stromlose Hochsee ist (wie die Sargassosee z. Th.) oder ein mehr oder weniger abgeschlossenes Küstengebiet darstellt. Ist dagegen der Verlauf der Strömungen mit der Jahreszeit wechselnd, so kommt zu dem durch die klimatischen Faktoren bedingten Wechsel des Auftriebs noch ein durch die Verschiedenheit der Strömungen bedingter Wechsel hinzu. Dies ist der Fall in dem Gebiete der Golftrift zwischen Grönland, Island und den Shetland-Inseln und bis nach Spitzbergen hinauf; es ist wahrscheinlich auch der Fall im Mittelmeer.[1])

Diese Resultate sind in den verschiedenen Publikationen der Bearbeiter des Materiales der Plankton-Expedition enthalten[2]) und wenn nicht unglücklicher Weise die Bearbeitung grade derjenigen Organismengruppen, die im Meeresauftrieb die Hauptrolle spielen: der Diatomeen, Peridineen, Radiolarien, Tintinnen und Copepoden bisher noch nicht hätte abgeschlossen werden können, so würden dieselben auch allgemein bekannt sein, während sie jetzt aus den Verarbeitungen der kleineren und weniger bekannten Organismengruppen hervorgesucht werden müssen. Doch habe ich, da die Appendicularien den Einfluss der Strömungen auf ihre Verbreitung ausgezeichnet erkennen lassen, in den verschiedenen Bearbeitungen diesen Faktor

[1]) H. Lohmann, Ueber den Auftrieb der Strasse von Messina. Berichte der Akademie. Berlin 1899.

[2]) Dahl, Die Gattung Copilia, Zoolog. Jahrbücher, Bd. 6. Abth. f. Syst. — Ortmann, Decapoden u. Schizopoden, Ergebnisse d. Plankton-Expedit. Bd. II. G. b. 1893. — Apstein u. Borgert, Die Thaliacea, eod. loco Bd. II. E. a. 1894. — Lohmann, Die Appendicularien, eod. loco, Bd. II, E. c. 1896. — Chun, Die Siphonophoren, eod. loco, Bd. II, K. b. 1897. — Maas, Die craspedoten Medusen, eod. loco, Bd. II, K. c. 1893. — Vanhöffen, Die Acalephen, eod. loco, Bd. II, K. d. 1892. — Apstein, Die Alciopiden u. Tomopteriden, eod. loco, Bd. II, H. b. 1900. — Reibisch, Phyllodociden u. Typhloscoleciden, eod. loco, Bd. II, H. c. 1895.

besonders ausführlich behandelt [1]). Abgesehen von der Planktonexpedition haben aber auch die von Vanhöffen aus West-Grönland und die von Römer und Schaudinn aus Spitzbergen mitgebrachten Planktonproben werthvolles Material geliefert [2]).

Cleve hat sicher das grosse Verdienst, ein ausserordentlich reiches Thatsachenmaterial über die Verbreitung des Auftriebs und dessen Wechsel zu den verschiedenen Jahreszeiten geliefert zu haben. Aber die Bedeutung der Meeresströmungen ist vollständig unabhängig von ihm und unter steter Berücksichtigung der übrigen Existenzbedingungen von Hensen und seinen Mitarbeitern am Auftrieb des Atlantischen Beckens nachgewiesen.

Sieht man aber von diesem Irrthum Grans ab, so kann man seiner Arbeit nur zustimmen. Sie giebt eine sehr klare und gedankenreiche Uebersicht über die Ergebnisse der norwegischen Untersuchungen und beleuchtet fast alle Hauptfragen der Planktonforschung. Sehr interessant sind auch die Ausführungen über die Wucherungsperioden der Peridineen und Diatomeen und sein Erklärungsversuch für das Frühjahrs- und Herbstmaximum des Auftriebs, der sich auf Brandts Hypothese vom Kreislauf des Stickstoffes im Meere stützt.

2. W. Ostwald veröffentlichte vor kurzer Zeit einen Aufsatz im Biologischen Centralblatt (Bd. 22, Nr. 19, pag. 596 u. ff., „Zur Theorie des Planktons"), in welchem er die Frühjahrs- und Herbst-Maxima des Auftriebs mit vertikalen Wanderungen in Zusammenhang bringt, die die Planktonorganismen in Folge der Temperaturänderungen des Wassers im Laufe des Jahres auszuführen gezwungen seien, da mit steigender Erwärmung die innere Reibung des Wassers abnimmt und folglich die Sinkgeschwindigkeit von im Wasser schwebenden Körpern, wie es die echten Planktonwesen sind, wächst. Aufsteigende Diffusionsströme rufen umgekehrt ein Emporsteigen des gesunkenen Planktons hervor. An und für sich ist es wohl denkbar, dass derartige physikalische Aenderungen periodisch wiederkehrende Verschiebungen der Planktonmassen hervorrufen, aber auf keinen Fall können sie eine Zu- oder Abnahme der gesammten zwischen Oberfläche und Boden enthaltenen Auftriebmasse erklären, selbst wenn die Diffusionsströme in ganz flachen Becken diese oder jene auf dem Grunde liegenden Ruhestadien mit emporreissen sollten. Bei dem meist sehr schnell eintretenden gewaltigen Anwachsen des Auftriebs im Frühjahr und Herbst handelt es sich aber nur um eine solche absolute Vermehrung nicht um ein blosses Aufrücken schon vorhandenen aber bis dahin in der Tiefe gebliebenen Auftriebs an die Oberfläche. Offenbar setzt Ostwald voraus, dass nur an der Oberfläche des Wassers den Planktonwesen die Möglichkeit zu einer starken Vermehrung gegeben sei, während die tieferen Schichten die ruhenden Keime enthielten. Aber abgesehen davon, dass dies nur für wenige Formen in Betracht kommen könnte, liegen keinerlei Beweise für ein solches Verhalten vor.

Indem Ostwald ferner für die täglichen vertikalen Verschiebungen und die jährlichen Wanderungen ein und dieselbe Ursache annimmt, stösst er auf die Schwierigkeit, dass die

[1]) Ueber die Verbreitung der Appendicularien im Atlantischen Ocean, Vortrag auf der Versammlung der Aerzte und Naturforscher in Lübeck, 1895. — Die Appendicularien der Planktonexpedition, Ergebnisse, Bd. II, E. c. 1896.

[2]) Zoolog. Ergebnisse d. Grönlandexpedit. Bibliotheca Zoologica, 1896. H. 20. H. Lohmann, Die Appendicularien. — Fauna arctica, Bd. I. H. Lohmann, Die Appendicularien, Jena, 1900.

Tageskurve nur einmal ein maximales Auftreten an der Oberfläche, die Jahreskurve aber ein zweimaliges Aufsteigen zum Wasserspiegel zeigt. Diesen Unterschied glaubt er dadurch erklären zu können, dass dem Tagesmaximum das Herbstmaximum entspricht, während das Frühjahrsmaximum durch die starke Abkühlung der Oberfläche im Winter bedingt ist, die das Wasser bis unter die Temperatur des Bodenwassers oder derjenigen Wasserschicht, welche von den Tagesschwankungen nicht mehr berührt wird, abkühlt und daher neue Diffusionsströme hervorrufen soll, die im Frühjahr die grösste Wirkung erreichen. Wäre diese Annahme richtig, so müsste überall, wo eine solche Abkühlung im Winter nicht eintritt, auch nur das Herbstmaximum auftreten; wir müssten also, wie auch Ostwald selbst anführt, erwarten, dass im Meere „die Jahresperiode der Tagesperiode viel ähnlicher sein" würde. Ostwald scheint zu glauben, dass dem auch wirklich so wäre. Das ist aber keineswegs der Fall; nicht nur in der im Winter ab und an eisbedeckten westlichen Ostsee sondern auch im warmen Mittelmeer bei Syrakus sind Herbst- und Frühjahrsmaximum so scharf ausgeprägt, wie nur irgend möglich. Dies zeigen nachstehende Zahlen, die durch Vertikalzüge mit dem Planktonnetz aus Müllergaze Nr. 20 auf tiefem Wasser östlich von der Stadt vor 2 Jahren von mir erhalten wurden:

Datum	6. X.	12. X.	17. X.	26. X.	17. XI.	7. XII.	19. XII.	19. I.	1. II.	9. II.	20. II.
Volumen für 0—75 m in ccm	*14,2*	**28,7**	*6,4*	1,0	0,3	0,1	0,4	0,5	1,3	1,4	0,9

Datum	1. III.	8. III.	15. III.	23. III.	29. III.	2. IV.	12. IV.	20. IV.	26. IV.	30. IV.	9. V.
Volumen für 0—75 m in ccm	2,7	1,2	1,9	3,4	6,3	*10,6*	**42,7**	*36,0*	*18,7*	*12,0*	4,9

Endlich sind die Temperaturdifferenzen im Mittelmeere schon in sehr geringen Tiefen so klein, dass ihrem Wechsel nur auf Grund sehr sorgfältiger experimenteller Untersuchungen eine so grosse Bedeutung zugelegt werden könnte. Denn nach Hann (Die Erde als Ganzes, 5. Auflage 1896, pag. 264) machen sich die täglichen Variationen nur bis zu einer Tiefe von 16—18 m geltend, und schon bei 50 m Tiefe beträgt die jährliche Schwankung nur noch 3° C, bei 100 m 1° C.

Leider besitzen wir noch immer so gut wie garkeine exakten Untersuchungen über die täglichen und die Jahres-Schwankungen der vertikalen Vertheilung der wichtigsten Planktonorganismen, und doch wären solche systematisch angestellten quantitativen Untersuchungen als Fundament aller weiteren Erklärungsversuche durchaus nothwendig. Grade hier ist nur mit statistischem Materiale etwas zu erreichen, so zeitraubend auch die Arbeit ist. Nach Tabelle I (pag. 4) befand sich im Mai vor Syrakus auf tiefem Wasser die Hauptmasse des Auftriebs in einer Tiefe von etwa 50 m, die oberen 20 m waren arm an Auftrieb, ebenso alle Tiefen unterhalb 80 m. Da alle Wasserproben am frühen Morgen (7—7 ½) geschöpft wurden, also nur 2—2 ½ Stunden nach Sonnenaufgang (am 3. Mai ging die Sonne um 5 Uhr auf), kann die Armuth der obersten 20 m nicht auf die beginnende Erwärmung der Oberfläche

geschoben werden. Es müsste also diese Verteilung des Planktons mit dem jährlichen Auf- und Niedersteigen zusammenhängen. Aber da die Wassertemperatur der Oberfläche sich im Mai erst von der niedrigsten Temperatur im Februar (13,25°) auf 16,5° gehoben hatte, so erscheint die Tiefe von 50 m, in der sich die Hauptmasse des Auftriebs befand, für Anfang Mai überraschend gross. Nach meinen Untersuchungen in Messina und Syrakus, die auf eine nicht sehr beträchtliche Weite der jährlichen vertikalen Wanderung und vor allem auf eine gleichzeitige Wanderung der verschiedensten pflanzlichen und thierischen Formen hinweisen, erscheint es mir wahrscheinlicher, dass dieselbe nur den Folgen einer jahreszeitlichen Verlagerung des Produktionsoptimums der Planktonpflanzen im Wasser entspricht und also garnicht der unmittelbare Ausdrück aktiver oder passiver Wanderungen ist. Aber bis wir durch sorgfältige quantitative Untersuchungen, die mindestens ein ganzes Jahr hindurch durchgeführt werden und die hydrographischen Verhältnisse eingehend berücksichtigen müssen, nicht ein zuverlässiges Fundament erhalten haben, können wir nur Vermuthungen über die Ursachen der vertikalen Vertheilung aussprechen. Auch wäre dringend nothwendig experimentell festzustellen, wie gross in Wirklichkeit die Geschwindigkeit des passiven Sinkens und Steigens wichtiger Planktonformen und wie stark die Lokomotionsfähigkeit der aktiv beweglichen Arten ist. Solche Untersuchungen sind am Mittelmeere leicht mit sicherem Erfolge auszuführen. Allerdings wäre es nothwendig für die Prüfung der vertikalen Verschiebungen sich Orte auszuwählen, bei denen lokale Strömungsverhältnisse wie bei Messina ausgeschlossen sind und auch der Einfluss der Küste nicht so stark hervortritt wie bei Neapel. Ehe aber solche Untersuchungen ausgeführt sind, kann uns weder Loebs Heliotropismus, noch Chuns Einfluss der Temperaturerhöhung oder Ostwalds Aenderung der inneren Reibung des Wassers zu einem wahren Verständniss führen.

Tafelerklärung.

Neben den Figuren der Tafeln I und II, die bei sehr verschiedener Vergrösserung gezeichnet sind, ist jedesmal ein Maasstab eingetragen, welcher die Länge des betreffenden Organismus bei 1000facher Vergrösserung angiebt, so dass 1 mm desselben = 1 μ. in der Natur sind. An Stelle einer gleichmässig körnigen Structur des Plasmas in den Zellen ist in Folge eines Irrthumes des Lithographen überall ein feines, ziemlich regelmässiges Netzwerk dargestellt, das keineswegs der Natur entspricht. Doch konnte dieser Fehler nachträglich nicht mehr ganz beseitigt werden. Regelmässig wiederkehrende Abkürzungen sind folgende:

chr. Chromatophor.
lk. stark lichtbrechender Körper
n. Kern.
v. Vakuole.

Tafel I.

Fig. 1. Chrysomonadine Nr. 1, pag. 66.
„ 2. Chrysomonadine Nr. 4, pag. 66.
„ 3. Schwärmspore (?) unbekannter Stellung, pag. 69.
„ 4. Chrysomonadine Nr. 5, pag. 66.
„ 5. Schwärmstadium einer Zooxanthelle nach Brandt (Koloniebild. Radiolar. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1895.
„ 6. Schwärmspore (?) unbekannter Stellung, pag. 69.
„ 7. Chrysomonadine Nr. 1, pag, 66.
„ 8. Chrysomonadine Nr. 1, pag. 66; 2 Zellen in eine gemeinsame gallertige Hüllmasse (g) eingeschlossen.
„ 9. Gymnodinie mit innerem Skelet (sk.); pag. 65.
„ 10. Phacomonas pelagica nov. gen. nov. sp., schräge Seitenansicht; pag. 66.
„ 11. Phacomonas pelagica nov. gen. nov. sp.., Kantenansicht.
„ 12. Chrysomonadine Nr. 2, pag. 66.
„ 13. Achradina pulchra nov. gen. nov. sp.; sk. Skelet, pl. Plasma, mb. Membran.
„ 14. Chrysomonadine Nr. 3., pag. 66.
„ 15. Cladopyxis setifera nov. sp., pag. 64; pl. Plasma, mb. Membran.
„ 16. Cryptomonas pelagica nov. sp., pag. 67.
„ 17. Meringosphaera mediterranea nov. gen. nov. sp., pag. 68. h. feine Hüllmasse.
„ 18. Meringosphaera mediterranea nov. gen. nov. sp. Die Borsten sind abgeschnitten; s′ bezeichnet die dem Beschauer zu-, s″ die von ihm abgewandten Borsten.
„ 19. Meringosphaera baltica nov. gen. nov. sp., pag. 68 (aus Hensen, Ueber das Plankton, Taf. 5, Fig. 55).
„ 20. Meringosphaera divergens nov. gen. nov. sp., pag. 69.

Tafel II.

Fig. 21. Acanthoica coronata nov. gen. nov. sp., pag. 68.
„ 22. Acanthoica coronata nov. gen. nov. sp.
„ 23. Acanthoica quattrospina nov. gen. nov. sp., pag. 68.
„ 24. Acanthoica quattrospina nov. gen. nov. sp.
„ 25. Amoebe Nr. 2, pag. 45.
„ 26. Amoebe Nr. 3, pag. 45.
„ 27. Amoebe Nr. 5, pag. 46.
„ 28. Amoebe Nr. 6, pag. 46.
„ 29. Amoebe Nr. 1, pag. 45.
„ 30. Amoebe Nr. 4, pag. 46; ps. Pseudopod, kr. stark lichtbrechende Körperchen.
„ 31. Monadine Nr. 1, pag. 46.
„ 32. Monadine Nr. 2, pag. 46.
„ 33. Salpingoeca appendiculariae nov. sp., pag. 47.
„ 34. Monadine Nr. 8, pag. 47.
„ 35. Heteromita ionica nov. sp., pag. 50.
„ 36. Monadine Nr. 7, pag. 47.
„ 37. Monadine Nr. 4, pag. 47; kr. stark lichtbrechender Einschluss.
„ 38. Monadine Nr. 6, pag. 47.
„ 39. Monadine Nr. 3, pag. 47; auf den Borsten von Bacteriastrum sitzende kleine Flagellaten.
„ 40. Monadine Nr. 3; Ende einer Borste von Bacteriastrum stark vergrössert mit 2 daran sitzenden Monadinen.
„ 41. Heteromastigide Nr. 1, pag. 48.
„ 42. Rhynchomonas marina nov. sp., pag. 48; Jugendform; kr. stark lichtbrechende Körperchen.
„ 43. Rhynchomonas marina nov. sp., alte Form; gk. gelber Körper.
„ 44. Rhynchomonas marina nov. sp., festsitzendes geisselloses Stadium, mb' Zellmembran, mb'' abgehobene alte Membran.
„ 45. Rhynchomonas marina nov. sp., wie Fig. 44, aber alte Membran zu einer kugeligen Blase abgehoben.
„ 46. Monadine Nr. 5, pag. 47, a. Flächen-, b. Seitenansicht.
„ 47. Ciliat unsicherer Stellung Nr. 1, pag. 50; a. schwimmend in der Seitenansicht; b. idealer Querschnitt um die Vertheilung der Cilien zu zeigen.
„ 48. Ciliat unsicherer Stellung Nr. 2, pag. 50.
„ 49. Holotricher Ciliat Nr. 1, pag. 50.; pr. Mundsaum, pl. wandständige, farblose Plättchen. a. linke, b. rechte Seite.

Tafel III.

Fig. 1. Seitenansicht eines Gehäuses von Oikopleura albicans Leuck. $8^1/_2$ × Vergrösserung.

Die Appendicularie ist in ihrer natürlichen Lage eingezeichnet; (rp. Rumpf, s. Schwanz; mit dem Munde ist das Thier an dem Mundrohre mdr. des Fangapparates fg. befestigt). aö. Ausflussöffnung für das im Gehäuse cirkulirende Wasser; aöf. Ausflussöffnungen für das den Fangapparat (fg) durchfliessende Wasser; fg. Fangapparat; filt. durch den Fangapparat zurückgehaltene Organismen des Wassers; flk. hinter dem Thiere gelegene Fluchtkammer, durch welche das Thier bei Gefahr aus dem Gehäuse entweicht, gf. feines Gitterwerk, welches die 2 Einströmungsöffnungen für das Wasser verschliesst; gg. ein einzelner Gang der Reuse des Fangapparates; mdr. Mundrohr, durch welches das Thier den Fang (filt.) aus dem Fangapparat aufschlürft; ö. innere Oeffnung des Einströmungstrichters (tr.), durch den das Wasser in das Gehäuse einströmt; rp. Rumpf des Thieres; s. Schwanz des Thieres; tr. Wand des Einströmungstrichters; zk. Zwischenflügelkammer.

Die rothen Pfeile geben die Hauptbahnen des im Gehäuse cirkulirenden Wassers an: 1) Bahn des eintretenden Wassers; 2) Bahn des die Schwanzkammer durchströmenden Wassers, welches z. Th. (2a.) durch die Ausflussöffnung (aö) das Gehäuse als Strahl verlässt und das Gehäuse vorwärts treibt, z. Th. (2b.) in die Zwischenflügelkammern (zk.) eintritt und von da in den Fangapparat fliesst und hier seiner Schwebkörper beraubt wird (filt.) 3) Bahn des in den Kiemenkorb der Appendicularie eintretenden Nahrungsstromes.

Fig. 2. Rückenansicht desselben Gehäuses.
Bezeichnungen wie in Fig. 1; ausserdem: dk. dorsale Kammer, flö. Fluchtpforte, die grosse durch eine Membran geschlossene Oeffnung der Fluchtkammer.

Die rothen Pfeile bezeichnen: 1) die beiden in das Gehäuse eintretenden Wasserströme und 2) den in jede der Zwischenflügelkammern fliessenden Strom.

Fig. 3. Idealer Durchschnitt durch ein Gehäuse (in der Linie a—b in Fig. 1 und 2).
ein. äussere Abtheilung des Fangapparates, in den das Wasser aus den Zwischenflügelkammern eintritt und der kein Fadenwerk enthält; dk. dorsale Kammer, in welche das aus dem Fangapparat zurückkommende Wasser austritt, nachdem es in dem Fadenwerk (rs.) seiner Schwebkörper beraubt ist; gl. gallert. Gehäusemasse; md. ventraler unpaarer Hohlraum des Fangapparates, in dem sich die Schwebkörper (cfr. Fig. 1 filt.) besonders dicht ansammeln und mit dem das Mundrohr (mdr. in Fig. 1 u. 2) communiciert; rs. innere Abtheilung des Fangapparates mit dichter Reuse aus ausgespannten Fäden, durch welche die Schwebkörper des durchströmenden Wassers zurückgehalten werden; s. Querschnitt des Schwanzes der Appendicularie; sk. Schwanzkammer; zk. Zwischenflügelkammer.

Die rothen Pfeile geben die in den Fangapparat eintretenden und ihn verlassenden Ströme an.

Fig. 4. Fritillaria sp. mit Gallertblase; a) im aufgeblasenen Zustande während der Filtration von Wasser, b) im Zustande der Ruhe (nach dem Leben gezeichnet in Syrakus).

Fig. 5. Gitterwerk der Einströmungsöffnungen eines 17,5 mm langen Gehäuses von Oikopleura albicans Leuck.; Vergrösserung 75 ×.

Fig. 6. Gitterwerk der Einströmungsöffnungen eines 8 mm langen Gehäuses von Oikopleura rufescens Fol.; Vergrösserung 75 ×.

Fig. 7. Müllergaze 20; Vergrösserung 75 ×.

Fig. 8. Filter aus gehärtetem Papier (Schleicher & Schüll, in Dühren); Vergrösserung 75 ×.

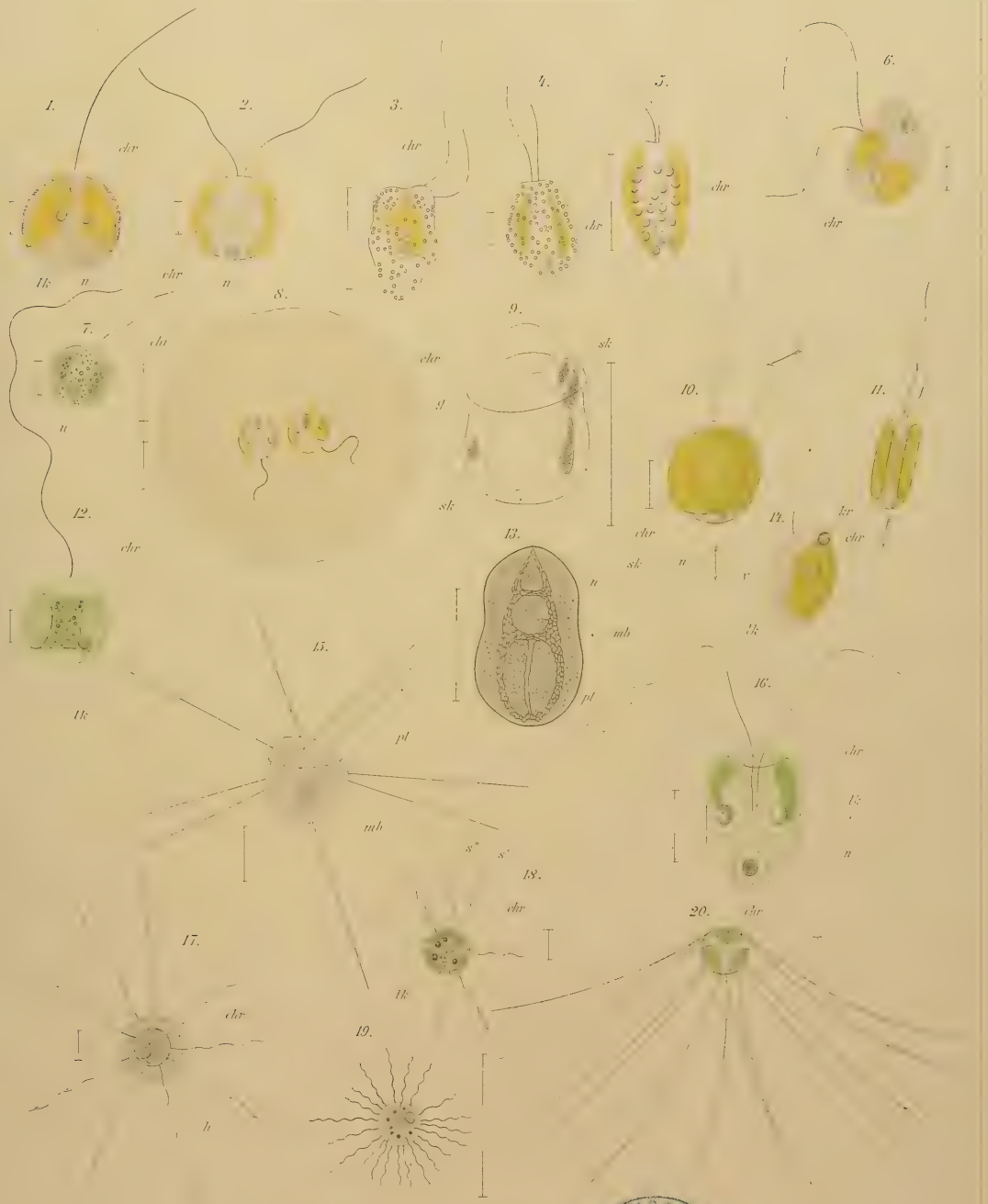
Fig. 9. Dichter Seidentaffet, wie er zum Filtriren von Meerwasser benutzt wurde; l. Lücken im Gewebe. Vergrösserung 75 ×.

Tafel IV.

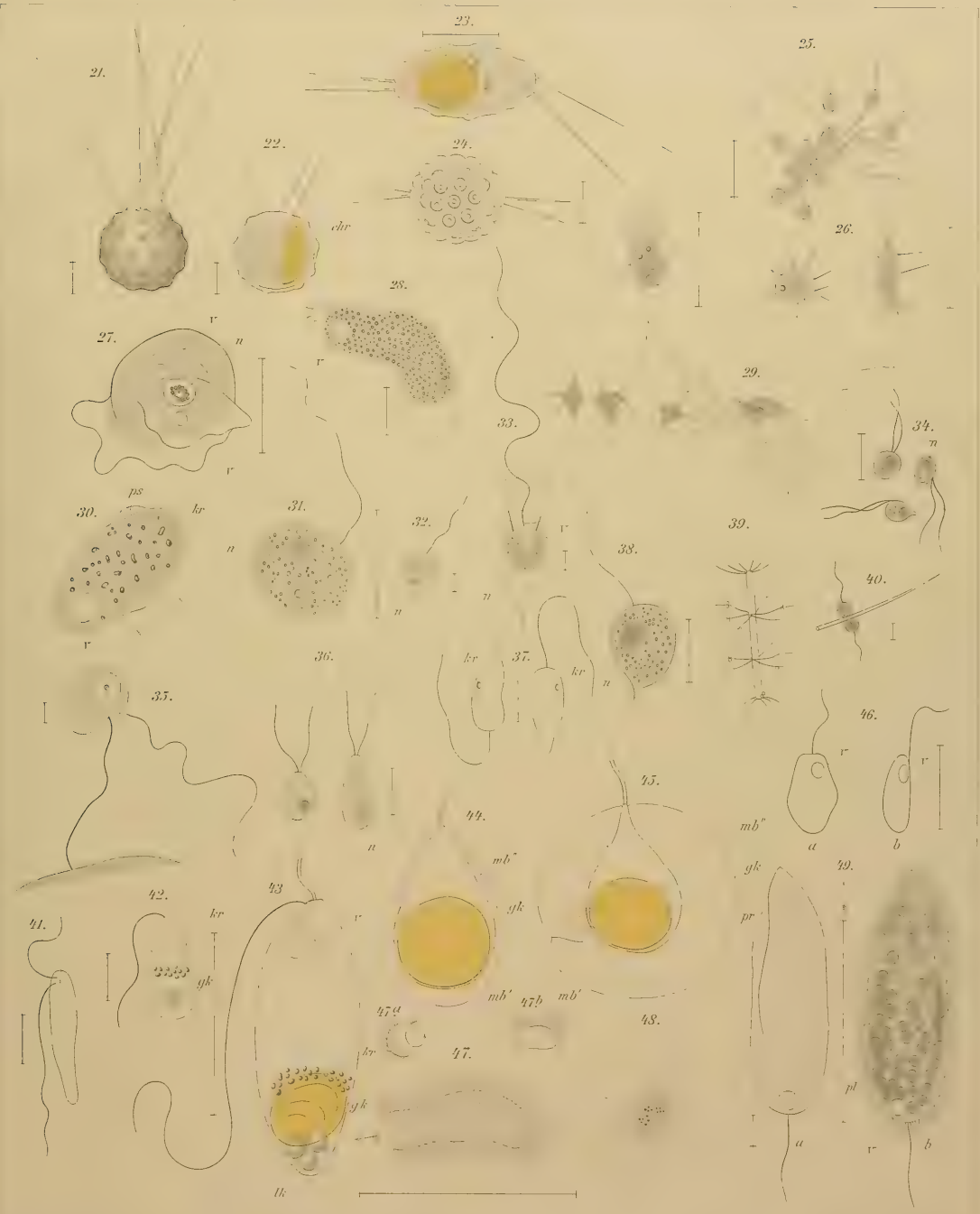
Fig. 1. Apparat zum Filtriren von Schöpfproben durch dichtes Zeug.
gb. Gummiballon zur Beschleunigung der Filtration durch Erhöhung des Druckes; gl. Glasröhre, die durch den Gummiring gr. in dem Holzrahmen hr. festgehalten wird; tr. Glastrichter zum Einguss des Wassers; z. die Röhre verschliessender Seidentaffet.

Fip. 2. Einrichtung zum gleichmässigen Abschöpfen einer verticalen Wassersäule vermittelst der Pumpe.
g. Holzgestell, welches die Flügelpumpe (p.) und die Winde (wd.) trägt. Beide werden durch die Kurbel (k.) in Thätigkeit gesetzt. Der Schlauch sr. befördert das Wasser aus dem Meere durch die Pumpe in den Schlauch sr., aus dem es in das Sammelgefäss fliesst. Das Schlauchende e. wird durch das Tau (t) gehalten und je nach der Drehungsrichtung gesenkt oder gehoben.

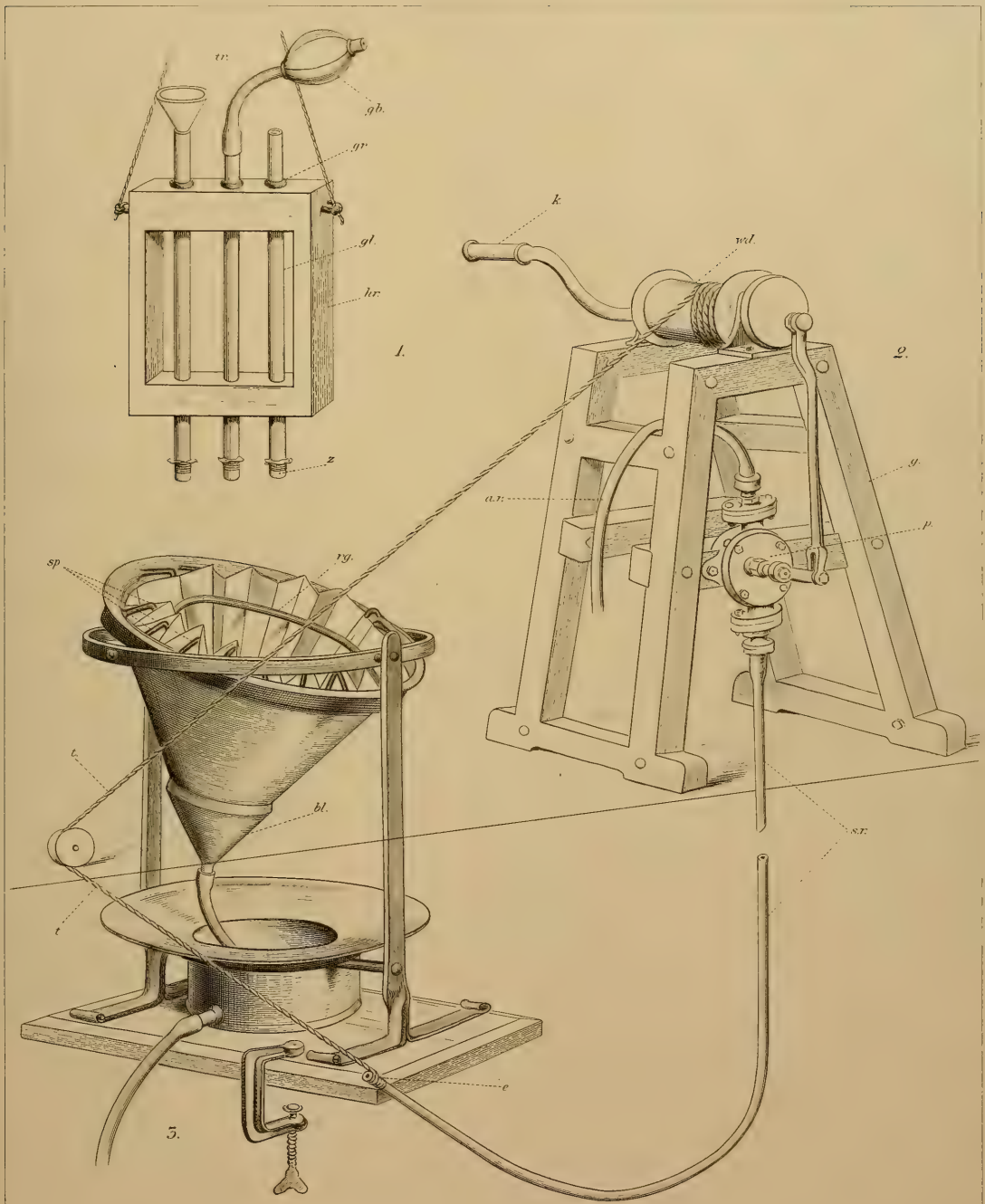
Fig. 3. Trichtereinrichtung zum Filtriren grösserer Wassermengen im Boot oder an Bord eines Schiffes.
Cardanisch in einem Eisengestell aufgehängter Trichter mit nach Innen vorspringenden Stäben (sp.) zum Stützen des Faltenfilters. Ein Metallring (rg.) der auf das Filter gelegt wird, schützt das Filter vor dem Winde. Das untere Ende des Trichters ist mit Blei (bl.) beschwert.



MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY

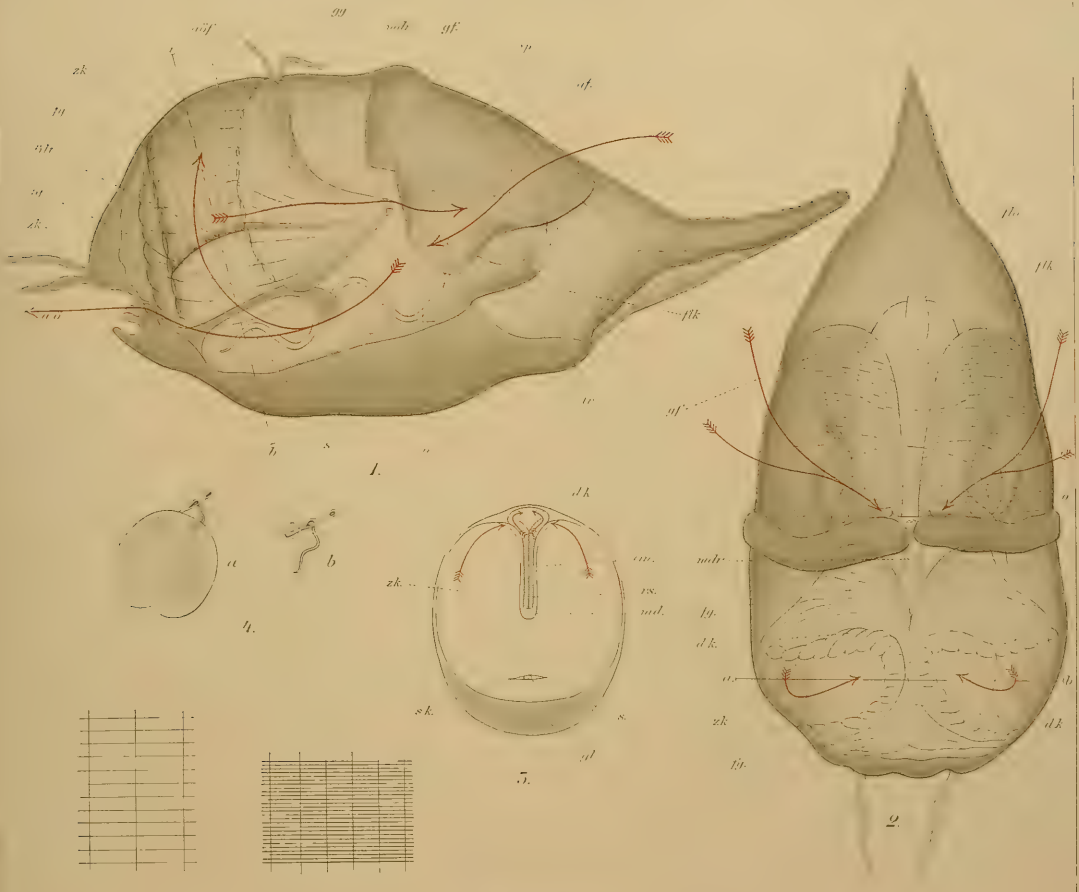


gez. v. H. Lohmann. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



J. Fürst gez.

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena.



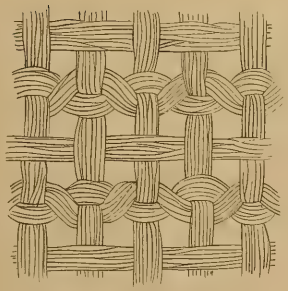
1.

4.

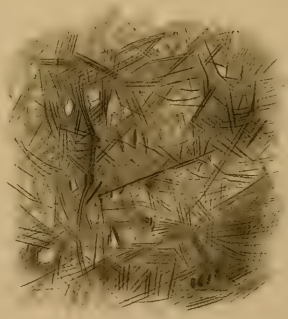
3.

5.

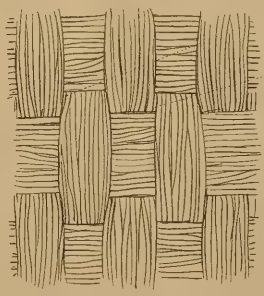
6.



7.



8.



9.

Inhalt.

Seite

I. Einleitung 3

II. Die Methoden der Untersuchung:

1. Vergleichsfänge mit Netz und Pumpe 10
   a. Die Methode der Ausführung der Vergleichsfänge 10
   b. Die Vergleichbarkeit solcher Parallelfänge 12
      aa. Abweichungen, die dadurch entstehen, dass die Vertheilung des Planktons im Meere keine absolut gleichmässige ist 13
      bb. Abweichungen, die durch die den Fangmethoden anhaftenden Fehler entstehen, aber nicht auf der Durchlässigkeit des Fangstoffes beruhen 17
   c. Die Durchlässigkeit und sonstige Beschaffenheit der Fangstoffe 20
2. Die Untersuchung von kleinen Wassermengen, die mit Meyer'scher Flasche oder dem Krümmel'schen Schöpfapparate geschöpft wurden 22
3. Die Untersuchung der Fangapparate der Appendicularien 23
4. Zusammenfassung der methodologischen Betrachtungen 32

III. Vergleich der Fangmethoden in Bezug auf ihre Brauchbarkeit für die verschiedenen Arten von Planktonorganismen:

1. Die Metazoen 33
2. Die Protozoen 36
   Anhang: Kurze Charakterisirung der beobachteten neuen oder sonst bemerkenswerthen Protozoen 45
   1. Amoeben 45
   2. Euflagellaten 46
      a. Acraspedina mit 1 Geissel 46
      b. „ mit 2 gleichlangen Geisseln 47
      c. Craspedina 47
      d. Heteromastigiden 48
   3. Ciliaten 50
3. Die Protophyten 51
   Anhang: Kurze Charakterisirung der beobachteten neuen oder sonst bemerkenswerthen Protophyten 64
   1. Peridiniales 64
   2. Chrysomonadinen 65
   3. Cryptomonadinen 67
   4. Eugleninen 67
   5. Protophyten unsicherer Stellung 68
4. Blastomyceten und Bakterien 69
5. Ruhezustände von Protisten (Cysten) 70

IV. Schlüsse aus den Untersuchungen über den Gehalt des Meeres an Auftrieb und über die Methoden der Planktonforschung 71

V. Schlussbemerkungen 78

Zusatz 78

BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

Beiträge

zur

Kenntniss denitrifizirender Meeresbakterien.

(Aus dem zoologischen Institut zu Kiel.)

Von

Dr. R. Feitel.

Hierzu Tafel V.

In seinen Abhandlungen über den Stoffwechsel im Meere zeigte Brandt[1]), dass unter den, dem Aufbau pflanzlicher Organismen dienenden Nährsalzen die Stickstoffverbindungen in den verhältnissmässig geringsten Mengen vorhanden sein werden. Dass also, dem Gesetze des Minimum zufolge, diese die obere Grenze der Produktionsfähigkeit des Meeres bestimmen. Brandt legte ferner dar, wie die bedeutende Zufuhr an Stickstoffverbindungen, die die Flüsse dem Meere leisten, im Laufe der Jahrtausende geradezu eine Verjauchung desselben hätte herbeigeführt werden müssen, wenn nicht ein beträchtlicher Theil des Stickstoffs durch Spaltung seiner Verbindungen in die Elementarform übergeführt worden und so für den Aufbau neuer Organismen verloren gegangen wäre. Nur durch eine solche Zerstörung der Stickstoffverbindungen lässt sich die grosse Armuth der Meere an Ammoniak, Nitriten und Nitraten erklären. Ueber die Ursache dieses Vorganges sagt Brandt, dass sie nur in dem Einfluss ganz bestimmter Bakterien zu suchen sei. Diese, gemeinhin als denitrifizirende Bakterien bezeichnete, Organismen sind es, welche die Produktionsfähigkeit des Meeres herabsetzen. Auch den Gegensatz, der zwischen Festland und Ocean besteht, hinsichtlich der Menge der produzirten, organischen Substanz in den kälteren und in den wärmeren Zonen, erklärt Brandt aus der Thätigkeit der Meeresbakterien. Bekanntermaassen bringen die Länder des äquatorialen Gürtels bedeutend mehr organische Masse hervor, wie die den Polen näher liegenden. Im Meere dagegen besteht, wie die neueren Planktonuntersuchungen zeigen, allem Anschein nach eher das umgekehrte Verhältniss. Ueber die wahrscheinliche Ursache dieser merkwürdigen Thatsache äussert sich Brandt[7] wörtlich wie folgt:

> „Wenn die denitrifizirenden Bakterien des Meeres ähnlich wie die schon näher untersuchten denitrifizirenden Bakterien des Landes bei höherer Temperatur eine stärkere zerstörende Wirkung entfalten, so würde in den warmen Meeren infolge der stärkeren Zerstörung einer unentbehrlichen Pflanzennährsubstanz trotz weit günstigerer Bedingungen (dem Gesetz des Minimum entsprechend) nur eine verhältnissmässig geringe Produktion stattfinden können, während in dem kalten Wasser wegen Verlangsamung oder Unterdrückung dieses Zerstörungsprozesses mehr Stickstoffverbindungen den Produzenten des Meeres zur Verfügung stehen würden."

Ist diese Theorie richtig, so müssen diese Bakterien fast überall im Meere vorkommen, vor allem dort, wo totes, organisches Material vorhanden ist, also am Meeresboden, in der Nähe der Küste und an den Flussmündungen.

---

[1]) Das Litteratur-Verzeichniss befindet sich am Schlusse der Arbeit.

Die ersten Mittheilungen über das Vorkommen denitrifizirender Meeresbakterien verdanken wir Baur. Er fand dieselben an mehreren Stellen des Kieler Aussenhafens in Schlick- und Wasserproben. Er gab eine eingehende Beschreibung der morphologischen und physiologischen Eigenschaften zweier Arten. Beide Spezies zerstören Nitrate, bezw. Nitrite unter Gasentwicklung. Die Analyse desselben zeigte, dass es im Wesentlichen aus Stickstoff und Stickstoffoxydul besteht.

Physiologisch völlig verschieden von den von Baur beschriebenen Arten, die Eiweiss und Kohlehydrat zu ihrem Gedeihen brauchen, sind die durch Gran charakterisirten Spezies. Die Letzteren benöthigen nur Nitrat oder Nitrit als Stickstoff-, und organische Salze als Kohlenstoffquelle. Sie kommen an der holländischen Küste recht häufig vor.

Um zunächst über die Verbreitung und die Häufigkeit denitrifizirender Bakterien in der Ostsee eine Vorstellung zu gewinnen, veranlasste Herr Prof. Brandt, bei Gelegenheit der Expedition des Deutschen Seefischereivereins mit der „Holsatia" nach der Ostsee im September und Oktober 1901, Herrn Dr. C. Apstein, eine grössere Zahl von Kulturröhrchen vorzubereiten und an Bord mit Schlick- und Wasserproben zu impfen. Die Bakterienkulturen wurden mir dann übergeben zwecks weiterer Beobachtung und Untersuchung.

Ferner wurden von mir vorbereitete Nährlösungen von Herrn Dr. Apstein während der 3 ersten deutschen Terminfahrten, die im Jahre 1902 im Interesse der internationalen Erforschung der nordischen Meere ausgeführt wurden, in geigneter Weise geimpft und nachher von mir weiter untersucht.

Bevor ich auf die sachlichen Erörterungen eingehe, möchte ich bemerken, dass die gesammten Untersuchungen in dem hiesigen Zoologischen Institut unter der Direktive von Herrn Prof. Brandt, dem ich für seine wohlwollende Unterstützung herzlich danke, ausgeführt wurden. Ein besonderes Verdienst um das Zustandekommen meiner Mittheilungen über die Verbreitung denitrifizirender Bakterien in der Ost- und Nordsee hat sich Herr Dr. Apstein erworben, der, wie oben bereits mitgetheilt, neben seinen eigenen Arbeiten bereitwillig die sachgemässe Impfung der mitgegebenen Kulturröhrchen übernahm. Desgleichen möchte ich an dieser Stelle Herrn Prof. B. Fischer und Herrn Dr. E. Baur für ihre freundliche Unterstützung meinen Dank aussprechen.

I.

Ueber seine bakteriologische Thätigkeit an Bord der „Holsatia" im Herbst 1901 und die Vorbereitungen dazu hat Herr Dr. Apstein einen Bericht in den „Abhandlungen des Deutschen Seefischereivereins", Bd. 7 veröffentlicht, dem ich z. T. die folgenden Angaben entnehme.

Für denitrifizirende Bakterien wurde zubereitet: Nitritbouillon (nach Baur):

1. Konzentrirte Flüssigkeit:

750 gr Muschelwasser (Muscheln und Seewasser zu gleichen Theilen gekocht),
25 gr Pepton,
5 gr Kaliumnitrit.

2. Einfache Flüssigkeit:
2000 gr Muschelwasser,
30 gr Pepton,
5 gr Kaliumnitrit.

In Reagirröhrchen wurden ungefähr je 20—25 ccm Nährlösung gefüllt und für die Impfungen mit grösseren Volumina Seewasser einige Erlenmeyerkolben mit etwa 50 ccm der konzentrirten Flüssigkeit beschickt. Die gefüllten Röhrchen wurden der fraktionirten Sterilisation im strömenden Dampf unterworfen. Die Wasserproben wurden mit einem Fischer'schen Wasserschöpfer entnommen, der von Lautenschläger bezogen war. Um den Schöpfer steril zu erhalten, bewahrte man ihn in Alkohol auf. Schlick wurde mit einem Schlammstecher vom Grunde aufgeholt. Von dem aus der Tiefe geschöpften Wasser wurden geimpft: mit 1, 2 und 5 ccm je 2 Röhrchen einfacher Bouillon, mit 10 und 20 ccm je 3 Gläschen konzentrirter Lösung und ferner ein Erlenmeyerkolben mit 100 ccm. Die Impfung wurde mit sterilen Pipetten ausgeführt. Schlick gelangte in erbsengrossen Portionen, die mit sterilem Spatel entnommen wurden, als Impfmaterial zur Verwendung.

Zu der Methode, die in Anwendung gekommen ist, habe ich folgendes zu bemerken. Das Koch'sche Plattenverfahren, mittelst dessen Fischer zur Feststellung der Zahl der im Meerwasser auftretenden Keime so werthvolle Ergebnisse zeitigte, konnte deshalb nicht in Anwendung kommen, weil es, von Bact. Actinopelte Baur und B. lobatum abgesehen, an sicheren Kennzeichen mangelte, an denen man die denitrifizirenden Kolonien von den übrigen unterscheiden konnte. Die von Baur angegebenen Merkmale, welche bei Anwendung einer nitrithaltigen Gelatine auftreten sollen: Anhäufung von Karbonatkrystallen und Auftreten von Gasblasen bei den gesuchten Kolonien, sind keineswegs allgemeine Eigenschaften derselben. Es wäre daher, mit Rücksicht auf die verflüssigenden Kolonien, bereits an Bord des Dampfers eine Ueberimpfung zahlreicher Einzelkolonien in Bouillonröhrchen nöthig geworden. Ferner gestattet das Plattenverfahren nicht ohne grosse Umständlichkeiten die Impfung mit grösseren Wassermengen. Nun schwankt aber die Zahl der in der Ostsee im Kubikcentimeter Wasser von Fischer[2] gefundenen Keime zwischen 45 und 2000. Man hatte daher auch mit erheblichen Schwankungen in der Häufigkeit der denitrifizirenden Bakterien zu rechnen. Deshalb wurde die oben erwähnte, staffelförmige Volumvergrösserung von 1 auf 2, 5, 10, 20 und 100 ccm des Impfwassers angewendet. Man ging hierbei von der Voraussetzung aus, dass etwa vorhandene denitrifizirende Bakterien in der Nitritbouillon sich energisch vermehren und das Nitrit unter Aufschäumen zerlegen würden. Diese Voraussetzung traf indessen, wie ich weiter unten zeigen werde, nicht immer zu.

Am 20. Oktober wurden mir die von Herrn Dr. Apstein an Bord der „Holsatia" angesetzten Kulturen übergeben. In allen Röhrchen war die Bouillon durch Bakterienwachstum verändert und mehrere zeigten Gasblasen. Die Kulturen wurden bei ca. 15° C. gehalten und zunächst an jedem dritten Tag diejenigen notirt, welche schäumten. Die Prüfung auf Nitrit mittels Diphenylaminschwefelsäure nahm ich erst vor, als bei den schäumenden Röhrchen augenscheinlich die Denitrifikation beendet war. Bei dieser ersten Untersuchung waren die ältesten Kulturen

44, die jüngsten 26 Tage alt. Das Ergebniss war folgendes: Als nitritfrei erwiesen sich 3 Gläschen von Station 36, 2 von 38, 4 von 40 (Wasserprobe) und 6 von Station 46. In der beigedruckten Tabelle ist das Resultat der letzten Untersuchung mit Diphenylaminschwefelsäure, zu Anfang Februar 1902, angegeben. Daneben sind diejenigen Kulturen bezeichnet, bei denen Gasentwicklung beobachtet worden ist.

Tabelle I.

Herkunft des Impfmaterials	Volumen des Impfwassers in ccm	Nr.	Ob Gasentwicklung beobachtet (Bl = Blasen)	Reaktion mit Diphenylaminschwefelsäure
Station 32[1])	1	1	Bl	+
55° 37′ N Br.;		2		—
20° 30′ O L.	2	3		—
		4		+
Westlich von Memel;	5	5		—
Wasser aus 50 m Tiefe.		6	Bl	—
Temperatur 3,4° C.		7		+
Boden 55 m, Sand.	10	8		+
		9	Bl	—
24. IX.		10		—
	20	11	Bl	—
		12	Bl	—
	100	13		—
Station 36	1	1	Bl	+
56° 44′ N Br.;		2		+
20° 24,5′ O L.	2	3		+
		4		—
Westlich von Stens Ort,	5	5	Bl	+
Wasser aus 50 m Tiefe,		6	Bl	+
Temperatur 3,2° C.		7		+
Boden 53 m, Kies.	10	8	Bl	+
		9		—
30. IX.		10		+
	20	11	Bl	—
		12	Bl	—
	100	13	Bl	—
Station 38	Je eine Erbse Schlick	1	Bl	—
57° 29′ N Br.;		2		+
19° 34′ O L.		3	Bl	—
		4		+
Oestlich von Gotland;		5	Bl	+
Schlick aus 111 m Tiefe;		6		+
Temperatur 3,8° C.				
2. X.				

Herkunft des Impfmaterials	Volumen des Impfwassers in ccm	Nr.	Ob Gasentwicklung beobachtet (Bl = Blasen)	Reaktion mit Diphenylaminschwefelsäure
Station 40	1	1		+
57° 18′ N Br.;		2		—
20° 0,5′ O L.	2	3		+
		4		+
Oestlich von Gotland,	5	5	Bl	—
Wasser aus 220 m Tiefe.		6	Bl	—
Temperatur 4,3° C.		7	Bl	+
	10	8		+
		9	Bl	—
	20	10	Bl	—
		11	Bl	—
		12	Bl	—
	100	13	Bl	—
Schlick aus 226 m Tiefe	Je eine Erbse Schlick	14	Bl	—
3. X.		15		—
		16		—
		17	Bl	—
		18	Bl	—
		19		+
Station 46	1	1	Bl	—
55° 59′ N Br.;		2	Bl	—
18° 41′ O L.	2	3		+
		4		+
Mitte zwischen Gotland	5	5	Bl	—
und Hela;		6		—
Wasser aus 50 m Tiefe,		7	Bl	—
Temperatur 6,3° C.	10	8	Bl	—
Boden 107 m, Schlick.		9	Bl	—
12. X.		10	Bl	—
	20	11	Bl	+
		12	Bl	—
	100	13	Bl	—

[1]) Die fünf in Betracht kommenden Stationen 32, 36, 38, 40 und 46 der Holsatia-Fahrt sind auf der von Reibisch gegebenen Karte — Abhandlungen des Deutschen Seefischerei-Vereins, Bd. VII, Seite 100 — angedeutet.

Bei Betrachtung der Tabelle I zeigt sich, dass in allen Wasser- und Schlickproben, gleichgültig ob dieselben aus 50, 111, 220 oder 226 m Tiefe stammten, denitrifizirende Bakterien vorhanden waren. Auf die Frage, in welcher Menge dieselben in dem Impfmaterial gewesen sind, lässt sich eine bestimmte Antwort nicht geben. Ich halte es indessen für sehr wahrscheinlich dass die Impfproben schon in einem Kubikzentimeter solche enthalten haben. Zu dieser Annahme habe ich folgende Gründe. Von einer Ueberimpfung sämmtlicher Kulturen in je ein steriles Bouillonröhrchen, welche dergestalt ausgeführt wurde, dass eine Verschleppung von Keimen aus fremden Gläschen ausgeschlossen war, denitrifizirten eine Anzahl Röhrchen, deren Stammkulturen weder Gasentwicklung noch Denitrifikation gezeigt hatten. Im ganzen wurden weitere 9 Gläschen auf diese Weise, als denitrifizirende Bakterien beherbergend, erkannt. Ziehe ich nun auch diejenigen Kulturen in Betracht, die eine deutliche Abnahme des Nitritgehalts zeigten, ohne völlig zu denitrifiziren, so sind von Station 32 nur 1 und 4; von 36, 3 und 8 und von 40 3 als Fehlimpfungen anzusehen. Von diesen schäumte 36 8 und 32 1 zeigte einige Bläschen, sodass eigentlich nur drei von insgesammt 64 Kulturen als frei von denitrifizirenden Bakterien gelten können. Damit, glaube ich, ist meine Auffassung, dass wahrscheinlich in jedem Kubikzentimeter Impfmaterial Keime von denitrifizirenden Arten gewesen sein werden, genügend begründet.

Ich mache noch besonders auf die geographische Lage von Station V aufmerksam. Diese Stelle ist inmitten des grossen Ostseebeckens gelegen, rund 100 km von Oeland, Gotland, Hela und der russischen Küste entfernt. Bei der grossen Landferne ist der Reichthum der hier entnommenen Probe an denitrifizirenden Keimen geradezu erstaunlich.

Der erste Versuch, denitrifizirende Bakterien im Wasser und im Schlick der Ostsee nachzuweisen, hatte ein über Erwarten positives Ergebniss geliefert. Die Methode dagegen hatte den Erwartungen nicht entsprochen. Indem erwiesenermaassen mehrere Impfungen versagten, war die Möglichkeit des Fehlschlagens aller mit einer Probe ausgeführten Impfungen gegeben. Der Grund für diese Erscheinung ist offenbar darin zu suchen, dass die Nährlösung zuviel anderen, insbesondere Fäulnissbakterien konvenirt. Die verschiedenartigen Vorgänge in den Kulturen, die Farbenunterschiede und differenten Gerüche wiesen auf diesen Umstand hin. Das ungleiche Verhalten vollkommen gleichmässig behandelter Röhrchen, wie 10, 11, 12 der Station 36 und 10, 11, 12 der Station 46, liess eine andere Deutung kaum zu. Einen Beweis für den starken Einfluss der Begleitbakterien erhielt ich bei Gelegenheit der Ueberimpfung aus einer seit 4 Tagen nitritfreien Rohkultur. Zwei Röhrchen der Tochterkulturen denitrifizirten unter Aufschäumen in 4 Tagen; drei andere zeigten üppiges Bakterienwachsthum, zeigten aber keine Gasbläschen und keine Abnahme des Nitritgehalts. Bei einer anderen Gelegenheit fanden unter 40 mit Hafenwasser geimpften Bouillonröhrchen(modif. Baur'sche Lösung) in nicht weniger wie 7 Fällen eine einmalige und in 3 Fällen eine zweimalige Unterbrechung der Gasentwicklung statt. Ein Röhrchen verhielt sich beispielsweise wie folgt: Am 3. Tage nach der Impfung Trübung durch Bakterienwachsthum. Am 5. und 6. Tage Schaum. Am 7. Tage keine Gasbläschen, Röhrchen nicht nitritfrei. Vom 8. bis 22. Tage Kultur unverändert trübe. 23. Tag: Röhrchen schäumt, nicht nitritfrei. Erst am 26. Tag fiel die Reaktion mit angesäuerter Jodzinkstärke negativ aus.

Da keine Aenderungen in Temperatur, Belichtung und dergl. vorgenommen waren, so konnte die Ursache der ganz unregelmässig eintretenden Unterbrechungen nur in den Kulturen selbst zu suchen sein und zwar in der Lebensthätigkeit anderer Bakterienarten.

Diese Begleitbakterien von den denitrifizirenden zu trennen war möglich 1. durch das Plattenverfahren und Abimpfung zahlreicher Einzelkolonien, oder 2. durch Impfung einer Reihe von Bouillonröhrchen mit sehr kleinen Mengen der Wasser- oder Schlickproben. Beide Methoden konnten, weil sie zu umständlich sind, nicht in Anwendung kommen. Ich musste also versuchen die Entwicklung der nicht-denitrifizirenden Keime in der Rohkultur einzuschränken. Da Baur darauf hinweist, dass in Mischkultur die von ihm beschriebenen Arten die Kohlehydrate entbehren können, so liess ich den glykogenhaltigen und extraktreichen Mytilusdekokt weg und erzielte nach mehrfachen Versuchen mit der folgenden Lösung sehr gute Resultate: Leitungswasser mit 2% Chlornatrium, 0,05% Kal. phosphat, 0,05% Magn. sulfat, 0,1% Calciumnitrit und 1% Nährstoff Heyden gekocht und vom Rückstand abfiltrirt. Diese Nährflüssigkeit sollte neben der Baur'schen Bouillon in Anwendung kommen und den Erfolg der Impfungen gewährleisten. Einen Ersatz für die Mytilusbouillon konnte sie deshalb nicht darstellen, weil die von Baur untersuchten denitrifizirenden Bakterien in ihr in Reinkultur nicht zu gedeihen vermögen. Anstatt Pepton habe ich den neutralen und etwas billigeren Nährstoff Heyden benutzt. Derselbe löst sich beim Kochen nicht vollständig, aber die Bakterien gedeihen mit ihm ebensogut, wie bei Peptonernährung.

Bei den weiteren Meeresuntersuchungen, betreffend die Verbreitung denitrifizirender Bakterien, wurden auch die von Gran beschriebenen Arten, d. h. die ihnen physiologisch nahestehenden — ich werde sie der Kürze wegen Bakterien der Trivialis-Gruppe nennen — mit in den Kreis der Untersuchungen hineingezogen. Diejenigen denitrifizirenden Spezies, die in der Baur'schen Muschelbouillon gedeihen, bezeichne ich entsprechend als Bakterien der Actinopelte-Gruppe. Wahrscheinlich existiren neben diesen noch andere Arten, die weder in der einen noch in der anderen Nährlösung leben und denitrifiziren können. Ich fand z. B. in einer grösseren Versuchsreihe, dass eine, neben 0,5% Traubenzucker und 0,5% Harnstoff nur bestimmte Mineralsalze in geringen Mengen enthaltende Flüssigkeit denitrifizirt hatte. In dieser Lösung dürfte das Verschwinden des Nitrits durch einen Organismus hervorgerufen sein, der weder der einen noch der anderen der obengenannten Gruppen zugehört. Ich gedenke hierüber später ausführlicher zu berichten.

Ich gebe hier zunächst eine kurze Darstellung des Ergebnisses einer Impfung, die ihrer Form nach nicht in den Rahmen der späteren Erörterungen hineinpasst.

Am 30. V. 02 impfte Herr Dr. Apstein im westlichen Skagerrak mit Schlick aus 212 m Tiefe und zwar mit je einer erbsengrossen Portion:

a) 5 Röhrchen mit Baur'schem Mytilusdekokt, (mit 3% Nährstoff Heyden und 0,1% Calciumnitrit).

Die Denitrifikation aller Kulturen erfolgte unter Gasentwicklung und war in 7 bis 16 Tagen vollendet.

b) 5 Röhrchen mit Gran'scher Nährlösung (mit 3% Chlornatrium, 0,5 Calciummalat, 0,05 Kal. phosphat und 0,1% Kal. nitrat.)

Von diesen denitrifizirten 4 unter Gasentbindung und erwiesen sich in 9 bis zu 26 Tagen frei von Nitrat und Nitrit. Das 5. Röhrchen zeigte eine sehr langsame Reduktion des Nitrats zu Nitrit. Dasselbe war nach 2 Monaten nicht nitritfrei. Der Befund lässt erkennen, dass der Schlick in grosser Zahl Bakterien, sowohl der Actinopelte- als der Trivialis-Gruppe enthielt.

Tabelle II.

	Impfung mit je 1 ccm Wasser	Baur's Muscheldekokt mit 3% Nährstoff Heyden und 0,1 % Calciumnitrit			Leitungswasser mit 2% Chlornatrium, 0,05% Kaliumphosphat, 0,05% Magnesiumsulfat, 0,1% Calciumnitrit und 1% Nährstoff Heyden			Gran's Nährlösung. Leitungswasser mit 3% Chlornatrium, 0,5% Calciummalat, 0,1% Kaliumnitrat, 0,05% Kaliumphosphat		
		Reaktion mit saurer Jodkaliumstärke	Alter der Kultur in Tagen	Ob Gasblasen (Bl) bemerkt	Reaktion mit saurer Jodkaliumstärke	Alter der Kultur in Tagen	Ob Gasblasen (Bl) bemerkt	Reaktion mit Diphenylaminschwefelsäure	Alter der Kultur in Tagen	Ob Gasblasen (Bl) bemerkt
Ostsee. Station 3 Neustädter Bucht, 54° 10′ N Br., 11° 16′ O L. 4. VIII. 1902	von der Oberfläche	—	11[1])	Bl	—	11[1])	Bl	—	11[1])	Bl
		—		?	—		Bl	—		Bl
		—		Bl	—		Bl	—		Bl
	aus 20 m Tiefe, 1 m über dem Boden	—	12		—		Bl	+		
		—	11[1])	Bl	—	17		+	30	
		+	30	Bl	—			+		
Station 12 Danziger Bucht, 54° 54′ N Br., 19° 15′ O L. 8. VIII.	von der Oberfläche	—	8	Bl	—	7	Bl	—	8	Bl
		—		Bl	—		Bl	—		Bl
		—		Bl	—		Bl	—		Bl
	aus 106 m Tiefe, nahe über dem Boden	—	8	Bl	zerbrochen			+[2])	77	
		—	17	Bl	—	8	Bl	+[2])		
		—	17	Bl	—	13	Bl	+[2])		
Nordsee. Station 14 56° 13′ N Br., 7° 21′ O L. westlich von der jütischen Küste 24. VIII.	von der Oberfläche	—	6	Bl	—	4	Bl	—	6	Bl
		—			—		Bl	—		Bl
		—			—		Bl	—		Bl
	aus 33 m Tiefe, 1 m über dem Boden	—	61		+	61		−	61	Bl
		—	61		+			+		
		—	12	Bl	+			+		

[1]) Kultur war bei Einlieferung 11 Tage alt, kann daher schon früher nitritfrei geworden sein.

[2]) Nitrat theilweise zu Nitrit reduzirt.

Tabelle III.

	Impfung mit je 1 ccm Wasser	Baur's Muscheldekokt mit 3% Nährstoff Heyden und 0,1% Calciumnitrit	Leitungswasser mit 2% Chlornatrium, 0,05% Kaliumphosphat, 0,05% Magnesiumsulfat, 0,1% Calciumnitrit und 1% Nährstoff Heyden	Gran's Nährlösung. Leitungswasser mit 3% Chlornatrium, 0,5% Calciummalat, 0,1% Kaliumnitrat, 0,05% Kaliumphosphat
		Reaktion mit angesäuerter Jodkaliumstärke		Reaktion mit Diphenylaminschwefelsäure
Ostsee. Station 12 Danziger Bucht, 54° 54′ N Br., 19° 15′ O L. 5. XI. 1902.	von der Oberfläche	—	—	—
		—	—	—
		—	—	—
	aus 50 m Tiefe	+[1]	+	+
		+[1]	—	+
		+[1]	+	+
	aus 106 m Tiefe	—	+[1]	+[2]
		—	—	+[2]
		—	+	+[2]
Kulturen waren bei der Durchsicht 31 Tage alt.	Impfung mit je 1 Erbse Schlamm aus 106 m Tiefe	—	—	—
		—	—	—
		—	—	—
Nordsee. Station 2 Ungefähr in der Mitte des Nordseebeckens, 55° 22′ N Br., 4° 18′ O L. 11. XI.	von der Oberfläche	—	—	—
		+[1]	—	—
		+[1]	—	—
	aus 40 m Tiefe	+	+	+
		+	+	+
		—	—	+
Kulturen waren bei der Durchsicht 26 Tage alt.	Impfung mit kleinen Mengen Sand aus 41 m Tiefe	—	—	—
		+[1]	—	—
		—	—	—

Die folgenden Impfungen, deren Ergebniss in den Tabellen II und III dargestellt ist, wurden, von der Feststellung des lokalen Vorkommens der denitrifizirenden Bakterien abgesehen, hauptsächlich ausgeführt, um über die Vertikalverbreitung derselben einiges zu erfahren. Die tabellarische Uebersicht allein lässt ohne Weiteres erkennen, dass die Vertheilung eine ungleichmässige ist. Bei näherer Betrachtung stellt sich zugleich eine ausgeprägte Regelmässigkeit in dem Verhalten gleichartiger Impfungen heraus. Trotzdem das Ergebniss der Impfungen allein einen Rückschluss auf die Vertikalverbreitung denitrifizirender Bakterien sehr wohl zulässt, wäre es wünschenswerth gewesen, wenn die Kulturen von einer Station noch einer speziellen Untersuchung unterworfen worden wäre. Die Reinzüchtung der Arten aus verschiedenen Tiefen würde wahrscheinlich noch weitere interessante Aufschlüsse gegeben haben. Leider wurde meine Absicht dadurch vereitelt, dass ich, infolge einer längeren, schweren Erkrankung, meine Arbeiten unterbrechen musste.

[1]) Deutliche Verminderung des Nitritgehalts zu bemerken.
[2]) Nitrat theilweise zu Nitrit reduzirt.

Betrachten wir in den beiden Tabellen die dritte Reihe, die der in Gran'scher Lösung gewachsenen Kulturen, so fällt uns der Unterschied zwischen den Impfungen mit Oberflächenwasser und denen mit Bodenwasser sofort auf. In jedem Kubikzentimeter Wasser der Meeresoberfläche sind Keime der Trivialis-Gruppe gewesen und haben in Kürze — soweit dies beobachtet werden konnte in 6 bis 8 Tagen — das Nitrat der Nährlösung völlig zerstört. In den Fällen, wo die Kulturen schon kurz nach der Impfung nachgesehen werden konnten, ist die Denitrifikation unter lebhafter Gasentwicklung vorsichgegangen. Im Gegensatz hierzu steht das Verhalten der mit Tiefen- oder Bodenwasser geimpften Gläschen. Hier sind 1. in der Neustädter Bucht, 20 m Tiefe, 2. in der Danziger Bucht, 50 m Tiefe und 3. in der Nordsee 40 m Tiefe in den Nährlösungen dieser Kolonne überhaupt keine Anzeichen von Bakterienwachsthum bemerkt worden. In der Nordseeprobe vom 24. VIII., aus 33 m Tiefe, ist nur in einem von den drei Röhrchen Denitrifikation eingetreten. Am bemerkenswerthesten ist der Erfolg der Impfung in der Danziger Bucht, an ungefähr derselben Stelle, einmal am 8. VIII. und dann wieder am 5. XI. mit Bodenwasser aus 106 m Tiefe. In beiden Fällen zeigen alle drei Kulturen eine langsame Reduktion des Nitrats zu Nitrit. Einen gewissen Reichthum an Bakterien der Trivialis-Gruppe zeigen auch die oberen Bodenschichten; Schlamm der Ostsee, Sand der Nordsee und schliesslich, was in den Tabellen nicht steht, der Mud der Kieler Aussenförde. Alle Gläschen, die mit einem geringen, erbsengrossen Volumen der Bodenmasse beschickt wurden, sind frei von Nitrat und Nitrit geworden. Das Verhalten der Kulturen dieser Kolonne lässt in unzweideutiger Weise erkennen, dass die Vertheilung derjenigen denitrifizirenden Bakterien, die in der Gran'schen Nährlösung gedeihen, eine ganz eigenartige ist. Diese Keime scheinen fast ausschliesslich an der Oberfläche und in der oberen Bodenschicht des Meeres günstige Existenzbedingungen zu finden und hier allerdings dürften sie ständig anzutreffen sein, in der Nord- und in der Ostsee.

Anders ist die Vertikalverbreitung der Keime der Actinopelte-Gruppe. Allerdings macht sich auch bei diesen deutlich die Tendenz geltend an der Oberfläche und in den obersten Bodenschichten häufiger aufzutreten. Ganz besonders ist der Verlauf der Denitrifikation bei den Oberflächenimpfungen ein ungewöhnlich energischer und erreichte bei der Nordseeprobe vom 24. VIII. in der Salz-Eiweisslösung (Tabelle II, Mittelreihe) mit 4 Tagen einen hervorragend geringen Werth. Selbst die Denitrifikationsgeschwindigkeit der betreffenden Baur'schen Lösung ist grösser wie die einer Rein- oder Rohkultur von Bact. Actinopelte, die bei gleicher Temperatur (22,5° C) etwa 8 Tage dauert. Ich schliesse aus dem stürmischen Verlauf der Denitrifikation bei den Oberflächenimpfungen, dass nicht nur die Zahl der Keime im Kubikzentimeter eine grössere ist, sondern hauptsächlich, dass die hier vorkommenden Arten andere, von grösserer Reduktionskraft, sind, wie die des Tiefenwassers. Die Bodenproben, Schlamm und Sand (Tabelle III) haben sich als bakterienreich erwiesen, indem, ausser einer, welche eine deutliche Abnahme des Nitritgehalts zeigte, alle Impfungen denitrifizirten. Bakterien der Actinopelte-Gruppe sind in allen Proben vorhanden gewesen. Daraus geht hervor, dass die Verbreitung derjenigen denitrifizirenden Bakterien, die in der Baur'schen Lösung gedeihen, eine anscheinend ganz allgemeine in Nord- und Ostsee ist. Dieser Schluss findet in den Ergebnissen der ersten Impfungen in der Ostsee (Tabelle I) ebenfalls eine Stütze.

Wenn ich den Erfolg der hier mitgetheilten Versuchsimpfungen und meine, hier nicht ausführlicher besprochenen, Impfungen mit Proben aus der Kieler Bucht und dem Hafen zusammenfasse, so bin ich geneigt anzunehmen, dass es — von einigen Wintermonaten vielleicht abgesehen — weder in der Ost- noch in der Nordsee möglich sein wird, das Fehlen denitrifizirender Bakterien in einer Wassermenge von wenigen Kubikcentimetern nachzuweisen. An der holländischen Küste soll die Häufigkeit der Bakterien, der von Gran charakterisirten Trivialis-Gruppe, so gross sein, dass dieselben in jedem Wassertropfen zu finden sind. (Vergl. S. 11. Studien über Meeresbakterien, I. von H. H. Gran.

Dass denitrifizirende Organismen am Meeresboden und in dessen oberflächlichen Schichten häufiger sind, wie in der darüber befindlichen Wassermasse, ist verständlich, wenn man erwägt, dass alle Sinkstoffe, die vielfach totes, organisches Material mitführen, sich am Boden absetzen und für die Bakterien Nährstoffe abgeben. Dagegen ist mir die grosse Häufigkeit dieser Mikroben an der Meeresoberfläche nicht recht erklärlich. Der Sauerstoff der Luft hat hier freien Zutritt und fördert, wie Baur zeigte, den Stoffwechsel mancher Arten. Auch das Sonnenlicht wirkt, wie ich weiter unten nachweisen werde, wahrscheinlich günstig ein.

Ich will hier noch in Kürze eine Mittheilung über den Erfolg zweier Impfungen machen, einer mit Wasser eines Küstensees und einer anderen mit Flusswasser. Zur Verwendung gelangten die Baur'sche und Gran'sche Nährlösung, wie sie oben spezialisirt sind. Da die von Baur beschriebenen und die von mir untersuchten Arten in Süsswasser zu leben vermögen, so wollte ich mich vergewissern, ob umgekehrt in Süsswasser denitrifizirende Bakterien vorkommen, die in salzigen Wasser existiren können.

Bei beiden Versuchen wurde jedes Röhrchen mit einem Kubikcentimeter Impfwasser mittels steriler Pipette geimpft. Selbstverständlich wurde bei dieser Untersuchung auf die Sterilisation der Schöpfgefässe und der Bouillonröhrchen besondere Sorgfalt verwendet.

I. Barsbeker See, an der Kieler Bucht gelegen. 16. VI. 1902. Oberflächenwasser, Nitrat-Nitritgehalt mit Diphenylaminschwefelsäure deutlich nachweisbar. Impfung 3 1/2 Stunden nach Entnahme der Wasserprobe.

a) 10 Röhrchen mit Baur's Muscheldekokt.

Alle Röhrchen denitrifizirten in 5 bis 11 Tagen unter Schaumbildung. Durchschnittliche Dauer der Denitrifikation 7 Tage.

b) 10 Röhrchen mit Gran's Lösung.

Alle Kulturen waren in 5 Tagen von Nitrat und Nitrit befreit. 9 Röhrchen zeigten Gasentwicklung.

Versuch bei 23,5° C.

II. Fulda bei Kassel, etwa zwei Kilometer oberhalb der Stadt. 16. VII. 1902, Oberflächenwasser, 23,5° C, Nitrat-Nitritgehalt mit Diphenylaminschwefelsäure deutlich. Impfung 22 Stunden nach Entnahme der Wasserprobe.

a) 10 Röhrchen mit Baur's Muscheldekokt.

Alle Röhrchen zeigten Gasentwicklung und wurden in 6 bis 9 Tagen nitritfrei. Durchschnittsdauer 7 Tage.

b) 10 Gläschen mit Gran's Lösung.
Alle Röhrchen in 4 Tagen unter starkem Aufschäumen nitritfrei.
Versuch bei 24,4° C.

Der Verlauf des Versuchs lässt eine grosse Anpassungsfähigkeit dieser Bakterien erkennen. Sie können unbeschadet mit dem Flusswasser in das Meer übergehen und hier ihre zerstörende Thätigkeit fortsetzen.

Wie ich in der Einleitung zu meinen Berichten mittheilte, hat Brandt in seiner Theorie über den Stoffwechsel im Meere[1] auf den verhältnismässig sehr geringen Gehalt des Oceans an Stickstoffverbindungen, als die Folge der zersetzenden Lebensthätigkeit denitrifizirender Bakterien, hingewiesen. Die Richtigkeit dieser Auffassung vorausgesetzt, musste eine Untersuchung der Gewässer der Nord- und Ostsee über die Verbreitung denitrifizirender Organismen wenigstens in den Küstengebieten und für den Meeresboden positive Resultate ergeben. Der Ausfall der vorstehend besprochenen Impfungen lässt nun nach meiner Ansicht über die ganz allgemeine Verbreitung dieser Bakterien in den genannten Meerestheilen keinen Zweifel zu. Auch ist ihre Häufigkeit besonders an der Oberfläche und in den oberflächlichen Bodenschichten eine recht grosse. Das Ergebniss der Untersuchungen ist daher als eine volle Bestätigung, der von Brandt vertretenen Auffassung anzusehen.

II.

Der in Tabelle I als Station V bezeichnete Ort inmitten des grossen Ostseebeckens, war durch seinen Bakterienreichthum, trotz der bedeutenden Landferne aufgefallen. Mehrere der hier gewonnenen Bouillonkulturen denitrifizirten unter Aufschäumen. Aus diesen wurden Reinzüchtungen gewonnen, durch die übliche Methode: Beimpfen von Nährgelatine und Plattengiessen in Petrische Doppelschalen, Ueberimpfen von Einzelkolonien in sterile Bouillon, Giessen von Kontrollplatten aus den elektiven Kulturen und nötigenfalls Wiederholung des Abimpfens von Einzelkolonien und des Plattengiessens. Beim Ueberimpfen von den ersten Platten wurden möglichst verschiedenartig aussehende Oberflächenkolonien gewählt. Fünf so erhaltene Reinzüchtungen wurden zunächst mit den Buchstaben a bis e bezeichnet. Eine von diesen, d, war keine denitrifizirende Art und veränderte den Nitritgehalt einer Lösung überhaupt nicht merkbar. Die Spezies, die einen ausgesprochen halophilen Charakter hatte, wurde bei der morphologischen Untersuchung als Halibacterium pellucidum Fischer bestimmt. Ihr Vorkommen war auf den zuerst gegossenen Platten sehr häufig.

Die übrigen Arten waren echte denitrifizirende Bakterien, welche das Nitrit einer Nährlösung unter Aufschäumen zu zerlegen vermochten. Zwecks Feststellung ihrer morphologischen und physiologischen Merkmale wurden dieselben fast stets auf den gleichen Nährboden nebeneinander, und vielfach zusammen mit Bact. Actinopelte und lobatum Baur als Vergleichsmaterial gezüchtet. Da mit dem Ostseewasser eine Nährflüssigkeit beimpft worden war, die den von Baur charakterisirten Arten zusagt,[3] so war zu erwarten, dass hierin sich hauptsächlich solche Arten entwickeln würden, die jenen physiologisch nahe stehen. Thatsächlich besitzen die Spezies,

die ich isolirt habe, mit Baur's manche Eigenschaften gemeinsam. Diese allgemeineren Merkmale schicke ich der speziellen Beschreibung voraus. In Bouillon wachsen und denitrifiziren dieselben nur dann, wenn ihnen neben Eiweiss (Pepton oder Nährstoff Heyden) geringe Mengen eines Kohlehydrats, z. B. Glykogen, Traubenzucker, Stärke oder Glycerin, geboten wird. Sie bilden keine Säure und verflüssigen die Gelatine nicht. In Gesellschaft geeigneter anderer Bakterien vermögen sie Nitrate, in Reinkultur Nitrite unter Gasentwickelung zu zerlegen. Die Bakterien selbst sind bewegliche Stäbchen von meist sehr schwach gekrümmter Form. In älteren Kulturen tritt bei Behandlung mit den gebräuchlichen Anilinfarbstoffen Polfärbung auf. Bei Gelatineoberflächenkolonien bilden sich beim Eintrocknen widerstandsfähige Dauerformen (B. lobatum habe ich auf die letztere Eigenschaft nicht untersucht). Sie vermögen im süssen Wasser zu leben und zu denitrifiziren, Die Dauer der Denitrifikation wird im Süsswasser nicht deutlich verlängert. Das Temperaturoptimum liegt für diese Arten oberhalb 20° C., aber unterhalb 30°.

Unter meinen Reinkulturen war die mit b bezeichnete nicht im Stande Nitrat zu spalten. (Versuch 4 mal wiederholt.) Bei einem dieser Versuche trat plötzlich am 4. Tage Gasentwicklung ein und eine langsame Denitrifikation. Ich entnahm, um mir wenn möglich die Plattenkontrolle zu ersparen, mit geglühter Platinnadel eine Probe, färbte und bemerkte im mikroskopischen Bilde zwei deutlich unterscheidbare Bakterienarten. Die Spezies war danach, genau wie es Baur schon für B. lobatum nachgewiesen hat, in Gesellschaft geeigneter Bakterien auch befähigt Nitrat zu zerlegen. Da ich eine Beschreibung dieser Art in der Litteratur nicht gefunden habe, so gebe ich dieselbe etwas ausführlicher und nenne die Spezies Bacterium balticum n. sp.

Form und Grösse. 0,7 bis 2 μ lange, 0,3 bis 0,4 μ breite, meist etwas gekrümmte, bewegliche Stäbchen mit gerundeten Ecken. Aus frischen Agarkolonien erhielt ich fast nur bohnenförmige Individuen. In Bouillon oft kurze Fäden bildend, S-Formen selten. Färbung mit Anilinfarben liefert in älteren Züchtungen korrodirte Bilder oder Polfärbung. Sporenbildung konnte ich durch die gebräuchlichen Färbungsmethoden nicht nachweisen, trotzdem ich die Möller'sche Methode systematisch modifizirte. Die Bakterien sind gegen höhere Wärmegrade ziemlich empfindlich. Bei 31° C dauerte die Denitrifikation einer Bouillon etwa dreimal so lange, wie bei 26° C. Gelatinestichkulturen hielten ein kurzes Erwärmen auf 55,6° C aus, bei 60° aber starben dieselben ab. Abschabsel von trocknen Gelatineoberflächenkolonien konnte ich dagegen mit sterilem Glasstab in einem Tropfen keimfreier Bouillon zerreiben, in Kapillaren einschmelzen, auf 84° erhitzen und in steriler Bouillon mit dem abgebrannten Glasstab zertrümmern, so trat fast ebensoschnell Denitrifikation ein wie bei Einimpfung einer jungen Gelatinekolonie.

Gelatine.[1]) Oberflächenkolonien (Fig. 1) zunächst kreisrunde, wasserhelle, gewölbte Tröpfchen. Später meist kreisrunde, farblose oder leicht gelblich gefärbte, feinkörnige Scheibchen mit gerunzeltem Mitteltheil und glatter, an der Peripherie fein zerfranster Randzone. Manchmal sind die Kolonien fein radiär gefasert. Auf Zuckergelatine erscheint der Centraltheil mehr oder

[1]) Auf 100 Muschelbouillon 2% Nährstoff Heyden, 10% Gelatine.

minder stark zerfallen und der Rand bildet ein dünnes, unregelmässig abgegrenztes Häutchen. In 7 Tagen erreichten die Kolonien einen Durchmesser von 0,5 bis 1 mm. Tiefenkolonien (Fig. 2) gelblich, kugelig oder eiförmig, körnig, oft am Rande konzentrische Schichtung zeigend. Strich auf Gelatine 1 bis 2 μ mm breit, flach, matt, weisslich, Mitte gekörnelt aussehend, Rand gelappt oder gezähnt. Stich in nitritfreier Gelatine nur oberflächlich und einige Milimeter tief wachsend. Weissliches Scheibchen an der Einstichstelle, das etwas gefeldert aussieht. In nitrithaltiger Gelatine findet Wachsthum längs des ganzen Stichkanals statt, einen dünnen, zarten Faden bildend, der fast farblos ist. Die Gelatine wird bald durch Gasblasen, die am Stichkanal auftreten, zerspalten.

Kartoffel. Gelbbräunliche, gegibelte 3 mm breite Masse, die aus feinen, dichten Schleifen und Falten besteht. Umgebung der Wucherung hellgrau aussehend. Agar[1]). Oberflächenkolonien dick, weisslich, mit feinkörniger heller Randzone und einem Centraltheil, der meist unregelmässig gewunden, bei sehr grossen Kolonien gewöhnlich radiär angeordnete Auflagerungen besitzt, die verschieden gestaltet und oft verzweigt sind. Tiefenkolonien grau, gerunzelt wie Trüffeln aussehend. Strich ziemlich dick, körnig, weisslich, mit dünnem, schmalen Rand. Stich an der Oberfläche eine sehr breite, gelbweisse, grobkörnige Auflagerung bildend. In nitrithaltigem Agar längs des Stichkanals ein $1^1/_2$ mm breites Bändchen, das mit zahn-scheiben- oder keulenförmigen Anhängen besetzt ist. In einer einfachen Seewasser-Pepton-Bouillon kein nennenswerthes Wachsthum. In dem Baur'schen Mytilusdekokt mit Eiweisszusatz dagegen Trübung, weissliche Kahmhaut und Bodensatz hervorrufend.

Die mit a und c zunächst bezeichneten Reinzüchtungen waren unter sich nicht konstant verschieden. Sie enthielten eine Bakterienart, die auch in Reinkultur imstande war Nitrate zu spalten. Die einzelnen Bakterien stimmten in Form und Grösse mit Bact. Actinopelte Baur überein. Auf neutraler Gelatine bildete die Spezies kleine, kreisrunde, seidenglänzende Polster. (Fig. 3.) Dieselben umgeben sich mit einem äusserst feinen, durchsichtigen Hof, der aus radiärgestellten, meist in mehreren konzentrischen Streifen angeordneten, dünnen Fasern gebildet wird. Im durchfallenden Licht sehen die Kolonien in der Mitte gelblich-grün, feinkörnig und radiärstreifig aus. Auf schwach alkalischer oder zuckerhaltiger Gelatine waren die Kolonien von denen des Bact. Actinopelte nicht merkbar verschieden. Die Tiefenkolonien (Fig. 4) sehen bräunlich aus, sind kugelig oder von anderen rundlichen, oft schwer zu beschreibenden Formen, feinkörnig. Auf Agar entstehen unregelmässig gezähnte und gelappte Scheibchen, deren Mitte im durchfallenden Licht aus einer dunkelbraunen gezähnten Scheibe, oder bei schwächeren Kolonien aus sich kreuzenden, zungen- oder rippenförmigen Auflagerungen besteht. Tiefenkolonien braune, runzlich-blasige, meist rundliche Formen.

Der Strich auf Agar ist weisslich, im durchfallenden Licht braun. Der Rand selbst erscheint glatt, dagegen verlaufen ihm parallel und dazu senkrecht scharfbegrenzte längliche Auflagerungen.

Der Stich in Gelatine und Agar, ebenso der Strich auf Gelatine ist dünner wie bei Bact. Actinopelte, aber nicht von wesentlich anderem Aussehen.

---

[1]) Muschelbouillon mit 2% Agar, 2% Nährstoff Heyden, 0,25° Calciumnitrit.

Auf Kartoffel bildet sich ein etwa 2 mm breiter Streifen, der aus Falten zusammengesetzt erscheint, von ockergelber Farbe, während das Nährsubstrat selbst weisslich-grün wird. Diese Bakterie, welche ich als eine Varietät von Bacterium Actinopelte Baur betrachte, verräth eine besondere Vorliebe für leicht alkalische Nährböden. Eine neutrale Bouillon, enthaltend 1% Nährstoff Heyden, 0,5% Glycerin und 0,25% Calciumnitrit auf 100 Seewasser, wurde zu bestimmten anderen Zwecken, Theils unverändert, Theils mit einem Zusatz von 0,1 bezw. 0,5% eines Karbonats versetzt, in Röhrchen gefüllt und sterilisirt. Unter anderen wurden von diesen Röhrchen auch verschiedene mit B. Actinopelte und der beschriebenen Varietät geimpft. Die Temperatur der Versuchsreihe betrug im Mittel 18° C. Die Denitrifikation dauerte 1. bei der neutralen Lösung mit B. Actinopelte 5 Tage, Abart 8 Tage; 2. mit Zusatz von 0,1% Kaliumkarbonat 6 Tage bei beiden Arten; 3. mit 0,1% Ammoniumkarbonat bei B. Actinopelte 5 Tage, bei der Varietät 4 Tage, d. h. nur halb so lange, wie bei der neutralen Lösung. Bei den umfangreichen Versuchen war das Ergebniss stets dasselbe; die Anfangs mit c bezeichnete Art erreichte das Optimum des Alkalitätsgrads erst dann, nachdem B. Actinopelte es überschritten hatte.

Die von mir vorläufig mit e bezeichnete Bakterienart war, frisch isolirt, im Stande in Reinkultur salpetersaure Salze zu zerlegen. Zwei Monate nach der ersten diesbezüglichen Prüfung bemerkte ich eine deutliche Abschwächung dieser Fähigkeit und nach weiteren sechs Monaten war dieselbe fast gänzlich verschwunden. Eine Beschreibung der Spezies war in der bisherigen Litteratur nicht zu finden. Im Folgenden nenne ich die Art Bacterium ornatum n. sp. Es sind lebhaft bewegliche 1,2 bis 2 μ lange 0,6 μ breite Stäbchen mit abgerundeten Ecken. Leicht gekrümmte Formen selten, solche mit wenig verdickten Enden häufiger. Junge Kulturen färben sich gleichmässig, alte zeigen zahlreiche Bakterien, denen in der Mitte oder seitlich ein farbloses, lichtbrechendes Gebilde eingelagert ist. Da diese Körperchen das Aussehen von endogenen Sporen haben, so versuchte ich die gebräuchlichen Kontrastfärbungen in Anwendung zu bringen. Es zeigte sich aber, dass diese lichtbrechenden Körnchen, nachdem sie mit 5% Chromsäure oder durch längere Behandlung mit Karbolfuchsin gebeizt sind, sich wie der übrige Bakterienleib verhalten, d. h. durch Alkohol mit Säurezusatz, bezw. 5% Schwefelsäure mit den übrigen Theilen entfärbt oder bei zu kurzer Einwirkung mit dem übrigen nicht entfärbt werden.

Dauerformen werden gebildet wenn Oberflächenkolonien auf Gelatine langsam eintrocknen. Ich habe mich hiervon überzeugt, indem ich mit allen Vorsichtsmassregeln feine Abschabsel trockener Kolonien in sterile Nitritbouillon brachte: indem ich ferner solche vertrocknete Stückchen mit sterilen Instrumenten zerieb und in Kapillaren in 60 bis 85° warmes Wasser brachte und erhitzte. Von einer 5 Monate alten, trocknen Gelatineplatte habe ich kleine Abschabsel in offenen Röhrchen, die in Heissluft sterilisirt waren, volle 2 Minuten einem kräftigen Dampfstrom ausgesetzt, ohne ihnen irgend welchen Schaden zuzufügen. Sie denitrifizirten bei 23,5° C. eine Nitritbouillon in 5 Tagen. Gelatineoberflächenkolonien[1]) Fig. 5 sind anfangs wasserhelle Tröpfchen, verflachen und vertiefen sich in der Mitte, bis sie in etwa 7 Tagen zu der charakteristischen

[1]) Muschelbouillon mit 2% Nährstoff Heyden und 10% Gelatine.

abgebildeten Form heranwachsen. Die fast kreisrunden, etwa 0,6 mm messenden Kolonien bestehen aus einem scharfbegrenzten Wall, der eine unregelmässig gefelderte Zentralscheibe einschliesst. Am Rande entwickelt sich nicht immer und oft auch nur partiell ein feines, durchsichtiges, schmales Häutchen. Die Kolonie sieht im durchfallenden Licht bräunlich aus, mit einem Stich ins Olivgrüne. Auf Zuckergelatine erhöht sich der Ringwall zu einer wurstförmigen Auflagerung.

Die Tiefenkolonien Fig. 6 der Gelatine erscheinen im durchfallenden Licht als schwarzbraune, aus scheiben- oder kegelförmigen Stücken zusammengesetzte Konglomerate. Die einzelnen Stücke lassen eine deutliche Streifung von innen nach aussen erkennen.

Die Agaroberflächenkolonien[1]) sind kreisrund, weislich, stark gewölbt und fast undurchsichtig. Sie werden von einer dünnen Lamelle peripher umlagert und zeigen oft dieselbe Radiärstreifung wie Bacterium Actinopelte.

Die Tiefenkolonien sind dunkle, rauhe, knollenförmige Einlagerungen.

Strich auf Gelatine matt, gelbweisslich, flach. Bei der Betrachtung mit der Lupe erscheint er wie aus eingebeulten Platten zusammengesetzt. Der Gelatinestich bildet oberflächlich eine runde schmutzig gelbweisse Scheibe, welche in dem mittleren Theil faltig aussieht. Stich nur nahe der Oberfläche gewachsen, 2 bis 3 mm breit, zackig. Agarstrich gelblichweiss, durchscheinend, am Rand querstreifig. Agarstich etwa 1,5 mm breit, gelbbraun, mit fächer- oder scheibenförmigen Anhängen besetzt. Oberflächenwachsthum wie beim Gelatinestich.

Auf Kartoffel erhält man eine aus wurzelartig verzweigten Falten bestehende, halb feste Wucherung, die nicht über die Kartoffel sich ausbreitet.

III.

Man pflegt zu Bakterienzüchtungen ausser den festen Nährböden meist Nährflüssigkeiten von ziemlich hohem Konzentrationsgrade zu verwenden. Dieser Umstand hat zur Folge, dass sich die Stoffwechselprodukte in einem solchen Maasse in der Kulturflüssigkeit anhäufen, wie es im Meere nur in den seltensten Fällen vorkommt. Wir beobachten daher bei fortgesetzt in konzentrirten Lösungen gezüchteten Bakterien häufig Entartungserscheinungen. Aber auch der Verlauf gewisser Lebensäusserungen, wie die Denitrifikation durch bestimmte Meeresbakterien, wird unter solchen, den natürlichen Verhältnissen nicht entsprechenden, Umständen sich etwas anders abspielen wie im Meere. Es schien mir daher wünschenswerth zu erfahren, ob die Konzentration der Nährlösung unter übrigens gleichen Bedingungen die Geschwindigkeit des Denitrifikationsprozesses beeinflusst.

Den ersten Versuch machte ich mit einer Mischkultur. Mit einer neutralen Muschelbouillon, die 3% Nährstoff Heyden und 0,1% Calciumnitrit enthielt, wurden 10 Röhrchen beschickt. Durch Zusatz von Seewasser wurde dann eine 10 fache und eine 100 fache Verdünnung hergestellt. Mit diesen wurden je 10 Röhrchen gefüllt und im strömenden Dampf der fraktionirten Sterilisation unterworfen. Sie wurden alsdann mit je einem Kubikzentimeter Seewasser geimpft.

[1]) Muschelbouillon mit 2% Agar, 2% Nährstoff Heyden und 0,25% Calciumnitrit.

Die Probe stammte aus der Wiker Bucht (Kieler Hafen) und zwar von der Oberfläche. Die infizirten Gläschen wurden in dem Thermostaten bei 23,5° C untergebracht und täglich nachgesehen. Bei der hundertfach verdünnten Lösung war das Verhältniss des Nitrits zur Flüssigkeit $^1/_{100000}$, aber trotzdem durch Unterschichtung mit Diphenylaminschwefelsäure deutlich nachweisbar.

Der Verlauf der Denitrifikation in den drei Versuchsreihen war folgender. In der konzentrirten Lösung trat bei allen Röhrchen Bakterienwachsthum und bei mehreren auch Gasentwicklung ein. 7 Tage nach der Impfung waren 2 Kulturen nitritfrei, am 12. Tage wieder eins, dann am 14. und 16. Tage wieder je eins. 22 Tage nach Beginn wurde der Versuch abgebrochen. Die Zehntellösung wies am 5. Tage 3, am 7. Tage wieder 3 nitritfreie Kulturen auf, denen am 9., 13. und 16. Tage je ein folgte. Bei der am stärksten verdünnten Lösung waren am 5. Tage 4 Röhrchen nitritfrei, denen sich aber im Laufe der weiteren 17 Beobachtungstage keins mehr hinzugesellte. Es wird dies daran liegen, dass die nur 0,03 % betragende Eiweissmenge durch andere Bakterien des Impfwassers verbraucht worden ist, bevor eine genügende Vermehrung der denitrifizirenden Arten eingetreten war. Die absolute Zahl der denitrifizirten Kulturen ist 5, 9 und 4 von je 10 geimpften Röhrchen. Die Zehntellösung mit 9 nitritfreien Röhrchen hat am besten abgeschnitten. Die Dauer des Denitrifikationsprozesses betrug im Mittel 11, 8 und 5 Tage und war also um so kürzer, je stärker die Verdünnung war.

Zur Ergänzung des ersten Versuches mit Mischkulturen stellte ich einen Versuch mit einer Reinkultur von Bact. Actinopelte an. Es wurde die gleiche Nährflüssigkeit, wie in dem Vorstehenden angegeben, verwendet, aber mit einer anderen Abstufung des Verdünnungsgrades. Durch Zufügen von Seewasser erzielte ich eine 2, 4, 8, 16, 32, 64 und 128 fache Verdünnung und impfte von diesen und der konzentrirten Lösung je 2 Röhrchen. Die Sterilisation erfolgte durch dreimaliges Erhitzen im strömenden Dampf. Die geimpften Gläschen wurden im Keller aufgestellt bei einer Temperatur, die während der Dauer des Versuchs zwischen 14,3° und 15,5° C schwankte. Ich gebe die Zahl der Tage an, die bis zum negativen Ausfall der Jodkaliumstärkereaktion verfloss und füge den Verdünnungsgrad in Klammern bei. 4 (konz.); 5 ($^1/_2$); 4 ($^1/_4$); 3 ($^1/_8$); 3 ($^1/_{16}$); 3 ($^1/_{32}$); 3 ($^1/_{64}$); 3 ($^1/_{128}$). Bei der 32 fachen und der 128 fachen Dilatation war die Nitritspaltung am Mittag des 3. Tages bei einem Röhrchen noch nicht vollendet, aber die Reaktion war so gering, dass die völlige Denitrifikation am selben Tage erfolgt sein muss. Die Beschleunigung der Zerstörung des Nitrits beträgt bei dieser Reinkultur in der 8- bis 128fachen Verdünnung einen Tag und ist eine deutlich und gleichmässig auftretende Erscheinung.

Ein dritter Versuch wurde neben dem letzteren, in ganz derselben Weise ausgeführt, aber als Impfmaterial eine ältere Bouillonkultur von Bact. balticum gewählt, die wahrscheinlich nicht mehr rein war. Die Zahl der Tage, welche bis zur völligen Spaltung des Nitrits vergingen, belief sich in diesem Falle auf 8 (konz.); 13 ($^1/_2$); 8 ($^1/_4$); 5 bezw. 6 ($^1/_8$); 4 ($^1/_{16}$); 5 bezw. 7 ($^1/_{32}$); 4 bezw. 5 ($^1/_{64}$); und 4 bezw, 7 ($^1/_{128}$). In dieser Versuchsreihe sehen wir, trotz der Schwankungen unter den stark verdünnten Kulturen, dass auch hier die letzteren den Denitrifikationsprozess stets schneller beendeten, wie die konzentrirten. Der starke Verdünnungsgrad,

in welchem die Nährstoffe im Meere gewöhnlich vorhanden sind, wird daher in manchen Fällen die Spaltung des Nitrits durch Bakterien begünstigen. Es wird aber auch vorkommen, dass die oft recht zahlreichen Meeresbakterien, die neben den denitrifizirenden das Wasser bevölkern, die wenigen Nährstoffe verbrauchen und dadurch die Denitrifikation verhindern.

Die Empfindlichkeit vieler Bakterien gegen die Einwirkung des Lichtes, besonders gegen die direkte Bestrahlung durch die Sonne ist bekannt. Auch bei einigen Meeresbakterien ist durch Fischer[2] dieser Einfluss näher untersucht und festgestellt worden, dass gewisse Arten durch Sonnenlicht getödtet und durch längeren Aufenthalt im diffusen Tageslicht mindestens geschädigt werden. Es war daher, mit Rücksicht auf die praktische Ausführung mancher Versuche, wichtig bezüglich der denitrifizirenden Spezies feststellen, ob man dieselben ohne Schaden im Lichte belassen durfte. Insbesondere wollte ich erfahren, ob die Reduktion des Nitrits, unter übrigens gleichen Umständen im Dunkel oder im Licht einen energischeren Verlauf nimmt. Ich wählte für diese Feststellung zunächst Bacterium Actinopelte. Sechs sterile, mit neutraler Muschelbouillon (2% Pepton und 0,25% Calciumnitrit) beschickte Röhrchen wurden mit einer Reinkultur von B. Actinopelte geimpft. Drei von den Gläschen stellte ich in eine mit Papier ausgeschlagene, gutschliessende Blechdose, die anderen in ein mit Patentverschluss versehenes Einmacheglas. Beide Gefässe stellte ich nebeneinander an das Fenster und überzeugte mich, dass die Temperatur in beiden nach 24 Stunden dieselbe war. Während der Dauer der Denitrifikation schwankte die Temperatur zwischen 13° und 16,5°C. und betrug im Mittel 16°C. Die tägliche Beobachtung ergab keine deutlichen Unterschiede im Verlauf der Gasentwicklung. Alle Röhrchen schäumten gleichmässig und waren 8 Tage nach der Infektion nitritfrei. Ein Einfluss der Belichtung auf die Denitrifikation war nicht zu bemerken. Mit Bact. balticum, der Varietät von Bact. Actinopelte und Bact. ornatum, machte ich zunächst einen Vorversuch, bei welchem nur bei der letztgenannten Art ein deutlicher Unterschied zwischen der dunkelgestellten und der im Tageslicht befindlichen Kultur zu bemerken war. B. ornatum wurde nunmehr auf sein Verhalten gegen Sonnenlicht näher geprüft. 8 Reagirröhrchen, die mit Muschelbouillon, welche 3% Nährstoff Heyden und 0,1% Calciumnitrit enthielt, beschickt waren, wurden sterilisirt und dann mit einer Reinkultur (kontrollirt) von B. ornatum geimpft. Vier von den geimpften Röhrchen stellte ich in eine dickwandige Pappschachtel und vier in ein Glasgefäss mit Patentverschluss. Die Gefässe wurden an das Fenster gestellt und ich überzeugte mich durch Messung, dass auch nach längerer Zeit ein Temperaturunterschied nicht festzustellen war. Während des Versuchs, Ende August, standen die vier Röhrchen, welche im Glasgefäss untergebracht waren, oft stundenlang im Sonnenlicht. Die mittlere Temperatur betrug 18°C. Die dunkelstehenden Kulturen schäumten nach vier Tagen theilweise, nach 6 Tagen alle. Die Reaktion mit angesäuerter Jodkaliumstärke fiel negativ aus bei einem Gläschen am 6., beim zweiten am 7. und den übrigen 2 am 9. Tage nach der Impfung. Bei den belichteten dagegen bemerkte ich bereits am 2. Tage Schaumbildung und am 4. Tage waren sie sämmtlich nitritfrei. Die mittlere Dauer der Denitrifikation betrug somit im Licht 4, im Dunkel 8 Tage. Diese Art ist demnach nicht nur im Stande ohne Schaden direktes Sonnenlicht zu ertragen, sondern scheint dieses sogar als Energiequelle zu benutzen. Die untersuchten denitrifizirenden Arten sind somit

für den Aufenthalt an der Meeresoberfläche gut gerüstet, da ihnen Luft und Licht nicht hinderlich sind. Hieraus wird sich zum Theil der günstige Ausfall der Impfungen mit Oberflächenwasser in den Tabellen II und III erklären. Die lichtempfindlichen Bakterien sind im Meere sehr verbreitet und gerade die am häufigsten von Fischer[2] nachgewiesenen Arten gehören zu ihnen (ebd. S. 55). Sie kommen als Konkurrenten für die wenigen vorhandenen Nährstoffe an der Meeresoberfläche kaum in Betracht. Infolgedessen können die denitrifizirenden Bakterien sich hier stärker vermehren wie in der dunklen Tiefe, wo die Zahl der Mitzehrer verhältnissmässig grösser sein wird.

Der Einfluss der Temperatur auf die Dauer des Denitrifikationsprozesses.

In der zweiten Abhandlung über den Stoffwechsel im Meere hat Brandt[1] bereits mehrere instruktive Versuche mitgetheilt über den Einfluss der Temperaturunterschiede auf die Nitritzerstörung durch denitrifizirende Bakterien. Die Zeit, die zum Verschwinden einer bestimmten Menge Nitrit verlief, war bei 25° C erheblich kürzer wie bei 15° und nahm bei 5 oder 0° C einen ausserordentlich viel langsameren Verlauf. Als Versuchsobjekte dienten Rein- und Mischkulturen von Bact. Actinopelte und B. lobatum Baur.

Dieses Verhalten der genannten Arten stimmt mit dem der meisten Pflanzen überein, bei denen das Wachsthumsoptimum zwischen 22 und 37° C liegt. Es ist gleichfalls wohl denkbar, dass man in den kälteren Meeren auf solche denitrifizirende Bakterien stösst, die bei verhältnissmässig niedriger Temperatur sich energisch vermehren und Stickstoffverbindungen kräftig zu zerlegen vermögen. Um speziell derartige, kälteren Temperaturen angepasste Bakterien zu finden, wurden 20 Nitritbouillonröhrchen von den in Tabelle I bezeichneten Kulturen beimpft und in einem grossen Glasgefäss im Eisthermostaten untergebracht. Die Temperatur betrug innerhalb des Gefässes 0,3° C. Die Nährflüssigkeit bestand aus Muschelbouillon mit 1% Pepton und 0,25% Calciumnitrit. Die Kulturen wurden öfters, im Allgemeinen jeden dritten Tag nachgesehen. Als der Eisthermostat ausser Betrieb gesetzt und der Versuch abgebrochen wurde, waren seit der Impfung 110 Tage verflossen. Das Ergebniss war folgendes. Von 3 Ueberimpfungen der 32. Station (vergl. Tabelle I) zeigte eins am 110. Tage Gasbläschen, kein Röhrchen nitritfei. 3 Ueberimpfungen von Station 36; ein Röhrchen ohne Gas entwickelt zu haben nach 47 Tagen nitritfrei. Von 4 Röhrchen aus der 38. Station schäumten drei und zwei davon wurden frei von Nitrit am 47. bezw. 110. Tage. 40. Station (Wasser); zwei der Ueberimpfungen schäumten, eins wurde am 82. Tage frei befunden. Vier Röhrchen, die ich von den Schlickkulturen derselben Station infizirt hatte, verhielten sich passiv. Ebenso habe ich bei den 3 diesbezüglichen Kulturen von Station 46 keine Anzeichen von Denitrifikation bemerkt. Von demjenigen Röhrchen aus Station 38 beimpft, welches in 47 Tagen denitrifizirt hatte, machte ich zwei weitere Ueberimpfungen. Eine der Letzteren war nach 68 Tagen, die andere dagegen in dieser Zeit noch nicht nitritfrei geworden. Von den 20 Tochterkulturen haben also 7 die Anwesenheit denitrifizirender Bakterien zu erkennen gegeben und 4 von ihnen sind frei von salpetriger Säure geworden. Dieser Vorgang dauerte bei den einzelnen 47, bezw. 47, 82 und 110 Tage. Auch bei Zimmertemperatur kann es leicht vorkommen, dass unter einer Reihe

von Mischkulturen einige die Denitrifikation über 47 Tage ausdehnen. An sich ist die Zeit nicht ungewöhnlich, sie stellt aber hier das Minimum der Denitrifikationsdauer dar und lässt den Einfluss der niedrigen Temperatur deutlich erkennen.

Bei den vorstehend beschriebenen neuen Arten machte sich der Einfluss der Temperaturunterschiede auf den zeitlichen Verlauf der Nitritspaltung in ganz ähnlicher Weise geltend, wie dies in der 2. Abhandlung über den Stoffwechsel im Meere von Brandt zur Darstellung gebracht ist. Zur Ermittelung dieses Verhaltens diente mir eine Muschelbouillon mit 1% Nährstoff Heyden, 0,5% Traubenzucker und 0,25% Calciumnitrit. In sechs Reagirröhrchen, die mit der Lösung beschickt und an drei folgenden Tagen eine halbe Stunde in Dampfstrom erhitzt worden waren, wurden mit einer Spezies infizirt. Zwei von den Gläschen wurden alsdann bei 26° C im Thermostaten, 2 andere im geheizten Zimmer bei 19,5° (berechnete, mittlere Temperatur) und die übrigen zwei im Keller bei 7° C aufgestellt. Ausserdem waren bereits 3 Wochen vor Beginn dieses Versuchs je 2 Reinkulturen der zu prüfenden Arten im Eisthermostaten bei 0° C untergebracht worden. Die in den letzteren Röhrchen enthaltene Kulturflüssigkeit war, von dem Fehlen der unwesentlichen 0,5% Traubenzucker abgesehen, wie obige zusammengesetzt. Die Kulturen von Bact. balticum, die bei 26° im Brutschrank standen, waren bereits nach 3 Tagen nitritfrei. Von den im Zimmer befindlichen fiel bei dem einen nach 10, bei dem anderen nach 13 Tagen die Reaktion auf salpetrige Säure negativ aus. Die, welche im Keller standen, enthielten am 62. Tage nach der Impfung noch Nitrit, dagegen war dieses am 80. Tage verschwunden. Im Eis trat nach 2 Monaten eine langsame Gasentwicklung und Denitrifikation ein. Diese war bei der Ausserbetriebsetzung des Eisthermostaten, 110 Tage nach der Impfung, noch nicht beendet. Die andere Spezies, Bact. ornatum, zerstörte das Nitrit der Lösung bei 26° C in 5, bei 19,5 in 20 bezw. in 27 Tagen. Bei 7° dauerte der Vorgang mehr wie 62 Tage, war bei der einen Kultur an diesem Termin nahezu beendet und am 80. Tage zeigten sich beide nitritfrei. Von den in Eis aufgestellten Gläschen wurde unter Blasenbildung eins nach 100 Tagen völlig, das andere in 110 Tagen nahezu denitrifizirt. Die Varietät von Bact. Actinopelte brauchte zur Denitrifikation der Kulturflüssigkeit bei 26° 3 Tage, bei 19,5° 11 und bei 7° in einem Falle 50 und in dem anderen zwischen 62 und 80 Tagen. Bei 0° geht die Spaltung des Calciumnitrits so langsam vor sich, dass dieselbe nach 110 Tagen nicht abgeschlossen war.

Vorstehende Ergebnisse kann ich kurz dahin zusammenfassen, dass unter übrigens gleichen Umständen, bei den untersuchten Bakterienarten die Dauer des Denitrifikationsprozesses unmittelbar von den Temperaturverhältnissen abhängig ist. Bei etwa 25° C dauert der Vorgang nur wenige Tage, er verlängert sich bedeutend mit fallender Temperatur und nimmt in der Nähe des Gefrierpunktes ungefähr eben soviel Monate in Anspruch, wie Tage bei 25° C.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel V.

Fig. 1. Bacterium balticum, Gelatineoberflächenkolonie.
„ 2. „ „ Tiefenkolonie.
„ 3. Bacterium Actinopelte Baur, Varietät, Gelatineoberflächenkolonie.
„ 4. „ „ „ „ Tiefenkolonie.
„ 5. Bacterium ornatum, Gelatineoberflächenkolonie.
„ 6. „ „ Tiefenkolonie.

Alter der Kolonien 10 Tage.

Alle Figuren sind 150fach vergrössert.

Litteraturverzeichniss.

1. Brandt, K. Ueber den Stoffwechsel im Meere, Kiel 1899 und 1902.

2. Fischer, Bernhard. Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Plankton-Expedition. 1894. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldtstiftung, Bd. IV.

3. Baur, E. Ueber zwei denitrifizirende Bakterien aus der Ostsee. 1901. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abtheilung Kiel. Neue Folge. Bd. 6.

4. Gran, H. H. Studien über Meeresbakterien. I. Bergens Museums Aarbog 1901. Nr. 10.

5. Jensen, Hj. Das Verhältniss der denitrifizirenden Bakterien zu einigen Kohlenstoffverbindungen. Centralblatt für Bakteriologie. 2. Abth. Bd. III. 1897.

6. Burri und Stutzer. Ueber nitratzerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust. Centralblatt für Bakteriologie. Abth. II. Bd. I. 1895.

7. Brandt, K. Ueber die demnächst beginnenden internationalen Untersuchungen der nordischen Meere. Verhandlungen des V. Internationalen Zoologen-Kongresses zu Berlin 1901.

Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 1.

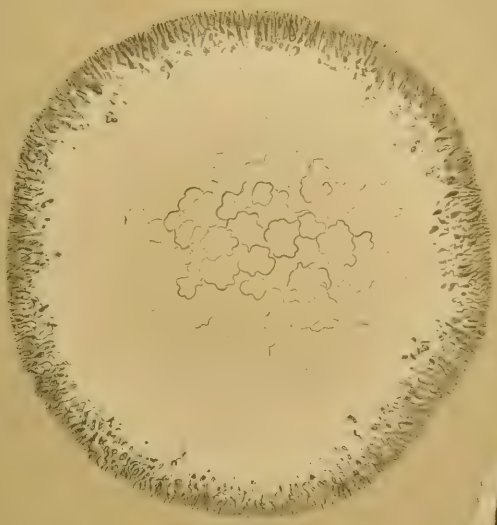


Fig. 2.

Fig. 5.

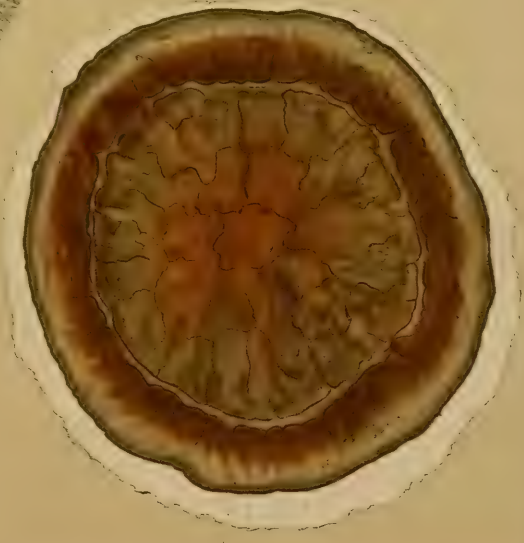
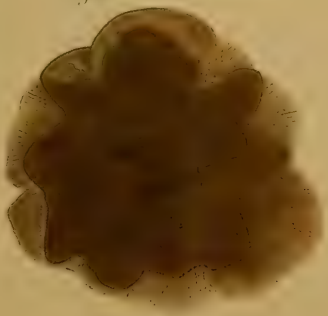


Fig. 6.



Beiträge

zur

Kenntniss der pelagischen Polychaetenlarven

der Kieler Föhrde.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Kiel.)

Von

M. Lesehke.

Hierzu Tafel VI und VII.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden in den Jahren 1900—1901 im Kieler Zoologischen Institute angestellt. Der Hauptzweck derselben war, festzustellen, welche Wurmlarven im Plankton der Kieler Föhrde überhaupt vorkommen und zu welchen Familien und Gattungen sie gehören. Daneben sind nach Möglichkeit die biologischen Verhältnisse berücksichtigt worden, doch können die dabei gewonnenen Resultate nur als vorläufige betrachtet werden, da die Fänge für diesen Zweck nicht systematisch genug angestellt worden sind.

Das benutzte Material stammt ausschliesslich aus der Kieler Bucht. Es wurde mit dem kleinen qualitativen Planktonnetz theils in der Wiker Bucht von der sogen. Ausstellungsbrücke aus (also dicht am Ufer) theils an verschiedenen Punkten in der Stromrinne, von der Seeburgbrücke an bis zur Heulboje hinaus, gefangen. In dem stark verunreinigten inneren Hafen (etwa innerhalb der Linie Reventloubrücke-Swentinemündung) waren die Wurmlarven nicht sehr zahlreich; allein die nicht sehr empfindlichen Spioniden kamen in grösserer Anzahl vor. Andere Formen fanden sich nur sehr vereinzelt, meist bei nördlichen Winden und eingehendem Strome. Zwischen der Wiker Bucht und dem äusseren Theile der Föhrde (ausserhalb Friedrichsort) habe ich keine wesentlichen Unterschiede in Bezug auf das Vorkommen der Wurmlarven beobachten können. Alle Formen, die draussen vorkamen, fanden sich auch drinnen vor. Die Unterschiede waren nicht grösser als die, welche auch zwischen Fängen von demselben Orte vorkommen. Ebensowenig konnte ich Unterschiede zwischen den Fängen von der Brücke aus (ca. 10—15 m vom Ufer) und den weiter in der Mitte des Fahrwassers vom Boote aus gemachten finden. Wichtig waren dagegen die Stromverhältnisse. Bei ausgehendem Oberflächenstrome wird das verunreinigte und arme Plankton aus dem inneren Hafen in die Wiker Bucht getrieben und der Fang ist wenig lohnend. Bei eingehendem Strome liegen die Verhältnisse natürlich umgekehrt. Es wird dann das Plankton weit aus See her in die Bucht hineingetrieben. Die Fänge sind sehr reichlich und man fängt unter diesen Verhältnissen mitunter vertriebene Formen, wie Mitraria, Nerine etc., die ständig erst im Kattegatt vorkommen. Ausser diesem selbstgefangenen Materiale standen mir noch die Zählprotokolle und Präparate zur Verfügung, die bei den in den Jahren 1889—1893 von den Herren Prof. Brandt und Dr. Apstein angestellten Planktonuntersuchungen der Kieler Föhrde gewonnen wurden.

In der Litteratur finden sich nur zwei Arbeiten, die sich mit den Wurmlarven der Kieler Bucht beschäftigen. v. Willemoes-Suhm hat im Jahre 1870 hier pelagisch gefischt und die Resultate in seinen „biologischen Beobachtungen über niedere Meeresthiere“ (v. Willemoes-Suhm 1871) niedergelegt. Er beschreibt hier die Larven von *Eteone pusilla, Terebella zostericola* und *Terebellides Stroemii* genauer.

Dann hat Hensen in seinem grundlegenden Planktonwerke (Hensen 1887) Zählprotokolle über *Polydora* und *Polynoë* veröffentlicht und angegeben, dass ausserdem noch Formen gefunden wurden, die wahrscheinlich zu *Eteone, Phyllodoce, Pektinaria* gehören und einigermassen zahlreich zu *Scoloplos armiger* gehörige. Beschreibungen oder Abbildungen der Formen giebt er nicht. — Unter den auf dem hiesigen Institut befindlichen Notizen von Moebius, die Fauna der Kieler Bucht betreffend, befinden sich auch einige Zeichnungen von Wurmlarven. Da diese mir bei meinen ersten Studien einen guten Anhalt gaben, so habe ich ihre Erwähnung für meine Pflicht gehalten.

Nach den bisherigen Untersuchungen sind in der Kieler Bucht folgende Wurmarten gefunden worden. (Die Larven der mit einem Stern versehenen Formen sind im speziellen Theil beschrieben. Steht

der Stern vor dem betreffenden Familiennamen, so bedeutet dies, dass die beobachteten Larven sicher zu dieser Familie gehören, aber nicht genau festgestellt werden konnte, zu welcher Spezies.)

I. Sedentarier.

1. Capitelliden.
   * *Capitella capitata* Fabr.
2. Arenicoliden.
   * *Arenicola marina* L. =
   = *A. piscatorum* Lmck.
3. Ariciiden.
   * *Aricia armigera* Müll. =
   = *Scoloplos armiger* Müll.
4. Spioniden.
   * *Polydora ciliata* Johnst. =
   = *Leucodore cil.* Johnst.
   „ *quadrilobata* Jacobi.
   * *Spio seticornis* Fabr.
   Disoma multisetorum Øerst.
5. Pherusiden.
   Stylarioides plumosus Müll. =
   = *Siphonostoma plumosa* Rathke.
6. Amphitritinen.
   Amphitrite Johnstoni Mlgr.
   * *Terebella zostericola* Øerst =
   = *Nicolea venustula* Mont.
7. Cannephoriden.
   * *Terebellides Stroemii* Sars.
8. Amphicteniden.
   * *Pektinaria belgica* Moeb. = *P. coreni* Mlmgr.
9. Ampharetiden.
   Ampharete Grubei Mlmgr.
10. Serpuliden.
    a) Sabelliden.
    Laonome Kroyeri Mlmgr.
    Euchone papillosa Sars.
    Amphicora Fabricia Müll.
    b) Serpulinen.
    * *Spirorbis nautiloides* Lmck.

II. Errantien.

* 1. Aphroditiden.
   Lepidonotus squamatus L.
   Harmothoë imbricata L.
2. Pholoïnen.
   Pholoë minuta Fabr.
3. Nereiden.
   Nereis diversicolor Müll.
   * „ *pelagica* L.
   „ *Dumerilii* And. Edw.
4. Nephthyden.
   * *Nephthys ciliata* Moeb.
5. Sylliden.
   Nerilla antennata O. Schmidt.
6. Hesioniden.
   Castalia punctata Müll.
7. Phyllodociden.
   Phyllodoce maculata Müll.
   Eteone flava Øerst.
   * „ *pusilla* Fabr.
   Eulalia bilineata Johnst.
   „ *sanguinea* Øerst.

Nach der obigen Tabelle sind von den Errantienfamilien nur die Larven der Pholoïnen, Hesioniden und Sylliden nicht bekannt. Die beiden ersten Familien, besonders *Pholoë*, sind hier recht selten und die letztere nur durch die mikroskopisch kleine (1 mm lange) *Nerilla* vertreten, sodass von vornherein wenig Aussicht vorhanden war, die Larven dieser Formen aufzufinden. Von den fehlenden Sedentariern sind die Familien der Artacamaceen, Amphitritinen, Pherusiden hier selten, die Sabelliden jedoch sehr häufig, sodass ihre Larven unbedingt im Plankton gefunden werden müssten, wenn sie daselbst überhaupt aufträten. Es ist also wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass die hiesigen Vertreter dieser Familie keine pelagisch lebende Larvenformen besitzen. In den folgenden Zusammenstellungen sind diese Familien, über deren Larvenformen nichts bekannt geworden, natürlich nicht berücksichtigt worden.

Ordnet man die hier vorkommenden Wurmfamilien danach, ob sie pelagisch lebende Larvenformen besitzen oder nicht, so erhält man folgende Uebersicht:

Mit pelagischer Larvenform.	Ohne pelagische Larvenform.
I. Sedentarier.	
1. Capitelliden.	1. Arenicoliden.
2. Spioniden.	2. Terebelliden.
3. Amphicteniden.	3. Serpuliden.
	4. Ariciiden.
II. Errantier.	
1. Aphroditiden.	—
2. Nereiden.	—
3. Nephthyden.	—
4. Phyllodociden.	—

Die auffallendste Erscheinung, die bei Betrachtung der obigen Tabelle sofort in die Augen fällt, ist wohl die, dass sämmtliche hier häufiger vorkommenden Errantienfamilien pelagisch lebende Larvenformen besitzen, während dagegen die Larven vieler Sedentarier überhaupt nicht im Plankton auftreten, sondern höchstens kurze Zeit eben über dem Boden hintreiben. Hieraus geht wohl deutlich hervor, dass der wichtigste Vortheil der pelagischen Lebensweise nicht in der Ausbreitung der Art liegen kann, wie dies ja schon Haecker (1897) und Ed. Meyer (1901) ausgesprochen haben. Ihr Nutzen liegt vielmehr nach jenen beiden Autoren in ernährungsphysiologischen Vortheilen. Die Eier der Formen ohne pelagische Larven sind reichlich mit Dotter versehen, während die der anderen Kategorie dotterarm sind und sich möglichst bald an die Wasseroberfläche erheben, um sich von dem dort reichlich vorhandenen Plankton zu ernähren. Die Arten sind deshalb alle stark positiv heliotropisch und halten sich möglichst nahe an der Oberfläche auf, wo sich ja die Hauptmasse des Planktons findet.

Für das zeitliche Auftreten der Wurmlarven standen mir ausser meinen eigenen Beobachtungen die schon erwähnten Zählprotokolle zur Verfügung. In diesen sind die Wurmlarven, soweit es möglich war, berücksichtigt worden. Da aber diese Formen als hemipelagische gegenüber den eupelagischen Diatomeen, Peridineen und Copepoden sehr zurücktreten und ausserdem nur sehr wenig Vorarbeiten zur genaueren Trennung der einzelnen Arten und Familien vorlagen, wurden nur die am häufigsten vorkommenden Formen besonders unterschieden und mit laufenden Buchstaben (a—g) bezeichnet, sofern nicht, wie bei den älteren Polynoëlarven die Anwesenheit der Elytren, besondere Kennzeichen die Art sofort zu erkennen erlaubten. In vielen Fällen wurde überhaupt nur die Zahl der Wurmlarven im Ganzen angegeben. Mit Hülfe der von Herrn Dr. Apstein angefertigten Präparate war es möglich, die in den Protokollen nur mit Buchstaben bezeichneten Larven genauer zu bestimmen, und zwar sind a und f Spioniden *(Spio* und *Polydora)*, c und g Polynoïden und d und e *Capitella*. Die als Lovensche Larven gezählten Formen sind Trochophorastadien verschiedener Formen, Phyllodociden (bes. *Eteone*) und in der Hauptmenge junge Polynoïden. Unter den in den ersten beiden Jahren als *Polydora* gezählten Formen sind auch die Larven von *Spio* mit einbegriffen worden. Die als Polynoïden angeführten Larven sind ältere Stadien, bei denen die Elytren schon angelegt sind, (der Fig. Tafel VII, Fig. 2 entsprechend).

Um eine bessere Uebersicht über den zeitlichen Verlauf der Gesammtproduktion an Wurmlarven zu bekommen, wurde zunächst auf Tabelle I überall, wo es nicht schon in den Protokollen geschehen war, die Gesammtsumme der Wurmlarven angegeben. In der Tabelle II ist dann für jeden Monat das Mittel aus sämmtlichen Beobachtungsjahren angegeben, um nach Möglichkeit die zufälligen Schwankungen in den einzelnen Jahren auszugleichen. Auf die absoluten Zahlen ist weniger Gewicht zu legen, doch tritt der allgemeine Gang der Produktion sehr deutlich hervor. Jedenfalls stimmen die aus diesen Zahlen abgeleiteten Folgerungen mit meinen eigenen Beobachtungen vollkommen überein.

Tabelle I.

Zahl der Wurmlarven berechnet auf 1 qm Oberfläche.

(Sämmtliche Fänge sind bei der Heulboje auf 20 m Tiefe gemacht worden.)

Fang Nr.	Datum	Lovensche Larve	Spioniden			Polynoïden			Capitella		unbestimmte Formen	Summe aller Wurmlarven
			a	f	Polydora	c	g	Polynoë	d	e		
2	19. IX. 88	—	—	—	2 764	—	—	—	—	—	—	2 764
11	16. XI. 88	—	—	—	384	—	—	—	—	—	—	384
14	4. XII. 88	—	60	—	9 492	—	—	—	—	—	60	9 552
16	10. XII. 88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 240
19	8. I. 89	—	—	—	10 884	—	—	3 276	—	—	—	14 160
21	19. II. 89	—	—	—	4 692	—	—	804	—	—	—	5 496
24	20. III. 89	—	480	—	15 552	—	—	480	—	—	—	16 512
26	4. IV. 89	—	—	—	3 384	—	—	312	—	—	—	3 696
27	3. V. 89	—	—	—	11 532	—	—	—	—	—	—	11 532
30	28. V. 89	24 000	—	—	—	—	—	—	—	—	684	24 684
33	18. VI. 89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 024
35	26. VIII. 89	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—	24
39	18. IX. 89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13 440
40	29. X. 89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	276
43	28. XI. 89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 016
47	30. I. 90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17 424
48	18. III. 90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 000
50	8. V. 90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31 920
52	17. VI. 90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18 744
54	21. VII. 90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	192
56	12. VIII. 90	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	36
59	17. IX. 90	—	84	2 568	—	336	—	—	10 272	—	—	13 260
60	17. X. 90	—	48	—	—	12	—	—	—	48	—	108
64	21. XI. 90	24	—	—	—	—	—	—	1 944	—	4 536	6 416
65	17. XII. 90	24	—	5 832	—	—	—	—	—	—	—	5 856
71	20. II. 91	372	—	37 500	—	—	—	—	—	—	—	37 872
77	13. III. 91	636	—	18 144	—	—	—	—	—	—	—	18 780
87	20. IV. 91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 204
90	23. IV. 91	300	23 052	1212	—	204	12	—	—	—	—	24 780
112	20. V. 91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	276
117	18. VI. 91	—	300	—	—	300	—	—	—	—	—	600
122	13. VII. 91	—	4 508	—	—	—	—	—	—	—	—	4 508
125	8. VIII. 91	—	—	108	—	—	—	84	—	—	—	192
131	31. VIII. 91	—	108	—	—	—	—	—	—	—	72	180
136	1. X. 91	12	108	24	—	—	—	12	—	—	—	156
141	16. X. 91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60
146	23. XI. 91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	804
153	21. XII. 91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 836
157	25. I. 92	504	—	23 460	—	—	—	—	—	—	—	23 964
161	23. II. 92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28 728
163	14. III. 92	132	—	—	—	—	—	—	—	—	8 484	8 616
170	7. IV. 92	5 088	3 180	1272	—	1 272	—	—	—	—	—	10 722
177	2. V. 92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	936
183	21. VI. 92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 200
191	4. VII. 92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 560
198	24. VIII. 92	—	36	—	—	—	—	36	—	—	—	72
205	21. IX. 92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
209	3. X. 92	—	120	—	—	—	—	—	2 076	—	—	2 196
215	13. X. 92	—	—	—	—	24	—	—	1 044	132	11 232	12 432
225	15. XI. 92	—	36	—	—	108	—	—	7 500	—	—	7 668
229	16. XII. 92	—	—	29 160	—	—	—	—	4 176	—	—	33 336
232	14. II. 93	—	3 484	55 776	—	—	48	—	—	—	21 332	59 308
237	10. III. 93	—	984	600	—	600	—	—	—	—	—	2 184
242	15. III. 93	—	16 380	—	—	9 828	2 184	—	—	—	—	28 392
246	4. IV. 93	5 760	—	94 800	—	—	—	360	—	—	480	100 920
253	11. IV. 93	1 020	2 244	19 584	—	816	308	—	—	—	—	23 972
257	5. V. 93	1 080	852	348	—	36	—	24	—	—	60	3 168
265	20. VI. 93	1 272	3 528	3024	—	—	—	—	—	—	72	7 848
271	17. VII. 93	1 968	1 968	984	—	—	—	36	12	—	72	4 968
278	28. VIII. 93	—	288	120	—	—	—	—	—	—	84	408

Tabelle II.

Durchschnittsziffer der Wurmlarven in der Kieler Föhrde.

Monat	Zahl der Wurmlarven in einer Wassersäule von 1 qm Durchmesser	Monat	Zahl der Wurmlarven in einer Wassersäule von 1 qm Durchmesser.
I	18516	VII	3557
II	36905	VIII	119
III	12914	IX	6147
IV	24882	X	2471
V	12086	XI	5258
VI	6283	XII	11364

Als Hauptresultat ergiebt sich aus einer Betrachtung der Tabelle II die Thatsache, dass die Hauptmenge der Wurmlarven in der kalten Jahreszeit, während die Oberflächentemperatur unter dem Mittel liegt (also in den Monaten Dezember bis Mai), auftritt. Die Hauptmaxima liegen im Februar und April mit 36000 und 25000 Individuen. Gewöhnlich ist das Februarmaximum etwas höher als das Aprilmaximum, doch kommen Abweichungen hiervon vor. So wird z. B. im Jahre 1893 im April die Zahl 100000 überschritten (s. Tab. I), während im Februar nur die Hälfte davon erreicht wird. Wahrscheinlich ist in diesem Jahre im Februar die Hauptproduktion nicht getroffen worden, der Aprilfang dagegen an einem besonders günstigen Zeitpunkt gemacht. Jedenfalls ist die starke Abnahme der Zahl der Larven im Sommer und besonders die Lage des Minimums im August für alle Jahre aus der Tabelle I auf das Deutlichste zu entnehmen. Ein schwaches secundäres Maximum (mit 6000 Exemplaren, Tabelle II) fällt in den September (besonders deutlich in den Jahren 89, 90 und 93 (Tabelle I), während es sich im Jahre 92 verspätet hat und in den Oktober fällt). Nach einem zweiten Minimum im Oktober steigt die Zahl dann rasch zum Wintermaximum an. Die Produktion an Wurmlarven verhält sich also gerade umgekehrt wie die Temperaturkurve. In der Zeit, wo diese ihr Minimum erreicht (im Februar und März) finden wir die Zahl der Wurmlarven am grössten, zur Zeit des Temperaturmaximums im August dagegen am kleinsten.

Sehen wir uns nun das Auftreten der einzelnen Formen genauer an, so zeigt sich, dass das Hauptmaximum im Winter fast ausschliesslich von zwei Formen hervorgebracht wird, von *Spio* und *Polynoë*. Und zwar sind am Februarmaximum beide Formen gleichmässig betheiligt, während im April *Spio* schon in der Abnahme begriffen ist. In manchen Jahren kann beim zweiten Maximum *Polydora* schon betheiligt sein; dies wird besonders in jenen Jahren der Fall sein, in denen das zweite Maximum stark entwickelt ist, z. B. in den Jahren 1891 und 1893 (Tabelle I). — An der Bildung des Septembermaximums nehmen verschiedene Formen Theil, besonders Phyllodociden, *Nereis*, *Polydora*. Doch ist dies Maximum bei weitem nicht so deutlich ausgeprägt wie das Frühjahrsmaximum, sondern tritt zuweilen ganz zurück.

Das Auftreten der einzelnen Arten von Wurmlarven, nach den Monaten geordnet, gestaltet sich nach meinen eigenen Beobachtungen ungefähr folgendermaassen:

Im Januar bis März kommen nur zwei Larvenformen vor, die von *Spio* und *Polynoë*, aber beide in grosser Menge.

Im April beginnen die *Spio*-Larven allmählich an Zahl abzunehmen, an ihre Stelle treten jetzt während des ganzen Sommers *Polydora*-Larven. *Polynoë* ist jetzt auf dem Nectochaetastadium (6—7gliedrig und schon mit Elytren versehen cf. Fig. Taf. VII, Fig. 2) und verschwindet Ende des Monats aus dem Plankton.

Im Mai tritt die Larve von *Eteone* auf und vollendet ihre ganze Entwickelung in diesem Monat. Dazu wird *Polydora* immer zahlreicher.

Im Juni beginnt die Laichzeit der anderen *Polynoë*-Art *(Lepidonotus squamatus)*, die dann

im Juli ihr Maximum erreicht; dazu treten Trochophoren von *Phyllodociden, Nereis*-Larven und natürlich die andern überwiegend, *Polydora*.

Der August zeigt fast dasselbe Bild; *Nereis* ist etwas zahlreicher geworden.

Der September ist mit dem nächstfolgenden Monat zusammen in qualitativer Hinsicht am reichsten. *Polynoë* ist stark in Abnahme, doch treten vereinzelte Nachzügler noch im October auf. *Polydora* ist noch

immer relativ am zahlreichsten, dazu kommen *Nereis*-Larven, *Phyllodociden*- und ganz vereinzelte Exemplare von *Pektinaria*-Larven.

Im Oktober findet gegen Ende des Monats eine Abnahme in der Zahl der auftretenden Arten statt. *Polydora* nimmt an Zahl ab, dafür werden die *Phyllodociden* etwas häufiger. Vereinzelt treten schon *Capitella*-Larven auf.

Im November sind die *Polydora*-Larven fast ganz geschwunden, doch kommen einzelne Exemplare den ganzen Winter hindurch vor. Dafür ist *Spio* jetzt in raschem Ansteigen begriffen; ebenso nimmt *Capitella* stark zu. *Phyllodoriden*-Larven kommen nur noch ganz vereinzelt als Nachzügler vor. Neu sind die Larven von *Nephthys*.

Im Dezember haben die *Spio*-Larven noch weiter zugenommen; *Capitella* hat ihren Höhepunkt erreicht um gegen Ende des Monats ganz zu verschwinden. *Nephthys* kommt noch vereinzelt vor.

Nach der Zeit des Laichens kann man die in Betracht kommenden Formen eintheilen in solche, die in der kalten und in solche die in der warmen Jahreszeit laichen; und zwar laichen im:

Winter	Sommer
Spio	*Eteone*
Capitella	*Lepidonotus*
Harmothoë	*Nereis*
Nephthys	*Phyllodoce*
	Pektinaria
	Polydora.

Also im Sommer ein deutliches Ueberwiegen. Dieses wird noch deutlicher, wenn man die Formen mit nichtpelagischen Larven hinzunimmt. Es laichen nämlich noch folgende Formen im Sommer (während für den Winter keine neuen hinzutreten):

Terebella, Terebellides, Spirorbis, Scoloplos.

Sehr verschieden ist die zeitliche Dauer der Laichzeit. Bei einigen Formen ist eine erhebliche Verlängerung derselben eingetreten, natürlich nicht in der Weise, dass die Eiablage bei den einzelnen Individuen sich über einen längeren Zeitraum erstrecke, sondern die einzelnen Thiere derselben Species laichen nicht zusammen, sondern nacheinander ab, sodass immer wieder junge Larven an die Stelle der zu Boden gesunkenen alten treten. Dieses ist besonders bei *Spio* und *Polydora* der Fall. Bei letzterer Form kann man überhaupt von keiner bestimmten Laichzeit mehr reden, sondern man findet das ganze Jahr hindurch laichreife Exemplare. Das entgegengesetzte Extrem bildet *Eteone*, bei der die einzelnen Individuen fast zur selben Zeit ablaichen müssen, zu gleicher Zeit gefangene Larven befinden sich immer auf demselben Entwickelungsstadium.

1. Polydora ciliata Johnst.

Die Larven dieser Form gehören zu den am häufigsten im Plankton vorkommenden Arten. Da die einzelnen Stadien sich verhältnissmässig leicht in der Gefangenschaft halten lassen, ist es mir gelungen, eine vollkommene Entwicklungsreihe vom Ei bis zum erwachsenen Thiere aufzustellen.

Die reifen Eier (Taf. VI, Fig. 1) flottiren frei in der Leibeshöhle umher. Sie sind rund, undurchsichtig, von dunkelbrauner Farbe und mit feinkörnigem Dotter angefüllt. In der Mitte ist der helle Keimfleck sichtbar. Die Eier werden nicht in Gallertklumpen, sondern einzeln abgelegt und flottiren dann eben über dem Grunde.

Die Entwickelung geht sehr rasch vor sich. Am nächsten Tage sind schon die jungen Larven (Taf. VI, Fig. 2) vorhanden. Dieselben sind 77 μ lang und 50 μ breit und mit einem vollkommen geschlossenen Prototroch (vorderem Wimperkranz) versehen. Im Innern ist der Darm erkennbar; er ist aber noch ohne Lumen, ganz mit Dottermaterial erfüllt. After und Mund sind noch nicht durchgebrochen. Der Kopflappen st vorne abgerundet und der Körper verschmälert sich nach hinten allmählich.

Auf dem nächsten Stadium (Taf. VI, Fig. 3) zeigt sich der Paratroch (Analwimperring) und ein Augenpaar. Es ist von den später zur Entwicklung kommenden drei Paaren das äussere. Bald darauf erscheint

auch das innere Paar. Das äussere hat nierenförmige Gestalt und bekommt bald eine kugelrunde Linse. Zur selben Zeit erscheint die Anlage des ersten (provisorischen) Borstenbündels. Hinter dem Prototroch bildet sich eine Vorwölbung, aus der einige Borsten hervorragen. Zwischen den beiden Augenflecken sieht man auf jeder Seite schwarzes Pigment durchschimmern (Taf. VI, Fig. 4).

Auf dem nächsten Stadium erhebt sich die Larve, die bis dahin nur eben über dem Meeresboden hingetrieben hatte, an die Oberfläche (Taf. VI, Fig. 5). Sie besitzt jetzt drei ausgebildete intertrochale Segmente, jedes mit einem provisorischen Borstenbündel an jeder Seite versehen. Am Kopflappen sind bemerkenswerthe Umbildungen vorgekommen. Der Prototroch, der auf dem früheren Stadium einen vollkommen geschlossenen Ring bildete, ist dorsal und ventral jetzt unterbrochen. Wir finden zu beiden Seiten des Kopfes eine Wimperepaulette, aus kräftigen Schlagcilien gebildet, die das hauptsächliche Bewegungsorgan der Larve vorstellen. Die ventrale Durchbrechung des Prototrochs ist durch die Bildung des Mundes verursacht. Dieser hat beim ersten Anblick eine X-förmige Gestalt. Er ist stark in die Länge gestreckt; zu beiden Seiten und unten hat sich ein vorspringender Wulst gebildet, der den Mund an beiden Seiten flankirt. Der ganze Eingang in den Schlund wimpert stark. Ausser dem Prototroch befindet sich an beiden Seiten des Kopfes, zwischen diesem und der Spitze noch ein kleines Wimperbüschel und einige einzelne starre Cilien. Ein Scheitelbüschel habe ich nicht bemerken können. Die Spitze des Kopfes ist breit und in der Mitte etwas eingezogen. Der Pigmentfleck zwischen beiden Augen hat sich vergrössert und die aus der Figur (Taf. VI, Fig. 5) ersichtliche verzweigte Gestalt angenommen. Auf den beiden Seitenwülsten liegt schwarzes, feinkörniges Pigment, das mit den Augenflecken durch eine Reihe feiner Punkte verbunden ist.

Die provisorischen Borsten sind ziemlich lang und stecken in einem elastischen Polster, das durch Muskeln hin und her bewegt werden kann. Bei starker (700facher) Vergrösserung bemerkt man, dass sie an der Spitze mit ganz feinen Dornen besetzt sind. Im ersten Bündel stehen circa 20 Borsten, in den folgenden etwas weniger, etwa 10—15. Die Borsten des ersten Segmentes überragen, wenn sie dicht an den Körper angepresst werden, das Hinterende um ein weniges. Diejenigen der folgenden Segmente reichen mit ihrer Spitze genau soweit nach hinten wie die des ersten Segmentes. Hinter dem letzten borstentragenden Segmente folgt der Paratroch, der an der Dorsalseite vom After unterbrochen ist. Zu beiden Seiten des letzteren liegen zwei schwarze kleine Pigmentflecke. Der Verdauungsapparat beginnt mit dem sehr dünnwandigen, schwer sichtbaren Oesophagus, an den sich dann der Darm anschliesst, ein eigentlicher Magen ist nicht abgesetzt. Die Wandung besteht bis zum Ende des dritten borstentragenden Segmentes aus grüngelbem Lebergewebe, in dem zahlreiche Fetttropfen sichtbar sind.

Beim Schwimmen legt die Larve die Borstenbündel dicht an den Körper an, um dem Wasser möglichst wenig Reibungswiderstand zu bieten und schiesst dann mit ziemlicher Geschwindigkeit (circa 1 cm pr. sec.) durchs Wasser. Oft hält sie mit einem plötzlichen Ruck inne, krümmt sich ganz zusammen, sodass der hintere Theil des Körpers den Kopf berührt und spreizt dabei, wie ein Igel seine Stacheln, die Borsten nach allen Seiten. Mitunter bewegen sie sich auch auf einer kleinen Stelle immer im Kreise herum.

Der Hauptzweck der langen Borsten ist wohl der, den Thieren durch ihren Reibungswiderstand das Schweben im Wasser zu erleichtern. Es ist dies ja ein Prinzip, das häufig bei den Planktonorganismen angewendet wird. Die Richtigkeit dieser Ansicht scheint mir hauptsächlich aus dem Umstande hervorzugehen, dass die Borsten in der Ruhe auseinander gespreizt gehalten werden, beim Schwimmen dagegen dem Körper dicht anliegen. Daneben mögen sie die jungen Larven wohl auch vor kleinen Entomostraken, die sie sonst verspeisen würden, schützen. Dass grössere Organismen, wie ältere Fischlarven etc., die Stacheln fürchten sollten, ist unwahrscheinlich.

Wie alle pelagischen Wurmlarven sind auch die jungen Polydoren ausgesprochen positiv heliotropisch. In ein Glas gebracht, sammeln sie sich stets an der Lichtseite dicht unter der Oberfläche und können hier leicht mit einer Pipette eingefangen werden. Ihre Nahrung besteht aus den kleinsten mikroskopischen Organismen (hauptsächlich Flagellaten etc.) die im Auftrieb vorkommen. Sie werden durch den Strudel, den die in der Mundöffnung stehenden Wimpern erzeugen, mit in den Schlund hineingerissen.

Bei der Weiterentwickelung ist besonders die feinere Ausbildung der Pigmentvertheilung beachtenswerth. Kurz vor der Anlage des vierten Segmentes tritt auf der Grenze zwischen dem dritten und vierten Ringe auf der Dorsalseite schwarzes Pigment als ein einfacher Strich auf, der in der Mitte sich verschmälert,

auch wohl ganz unterbrochen sein kann. Die ersten beiden Ringe bleiben überhaupt bis auf einen kleinen Fleck an der Ursprungsstelle der Borsten ohne jedes Pigment.

Es findet nun eine rasche Vermehrung der Segmente statt, bis der Wurm etwa 12—14 gliedrig (Taf. VI, Fig. 6) geworden ist. Das Pigment zwischen den Augen hat sich noch verstärkt und bildet eine weite, vielverzweigte Masse, die den ganzen Zwischenraum einnimmt. Die Wimpervertheilung am Kopf ist dieselbe geblieben. Dort wo die Seitenwülste nach dem Rücken zu verstreichen, legen sich jetzt die Fangfühler an. Sie treten zuerst bei sieben- bis achtgliedrigen Formen als blasenartige Hervortreibungen auf und wachsen dann allmählich in die Länge. Die Flimmerrinne in der Mitte ist schon deutlich zu erkennen. An den Parapodien sind die Anlagen der ventralen Aeste zu bemerken. Der dorsale Ast trägt noch durchgehends die provisorischen langen Schwimmborsten. Am ventralen Höcker kommen gleich die definitiven Borsten zur Anlage und zwar im 1.—4. und im 6. Segmente Pfriemborsten, in den folgenden (vom 7. ab) Hakenborsten. Das beim erwachsenen Thiere so abweichend gestaltete fünfte Segment unterscheidet sich bei der Anlage nicht von den übrigen. Es trägt genau so wie alle andern im dorsalen Aste die provisorischen Schwimmborsten. Allmählich aber beginnen die für das erwachsene Thier charakteristischen Eigenthümlichkeiten hervorzutreten. Das ganze Segment beginnt sich etwas, zuerst allerdings nur wenig, in die Länge zu strecken. Vor allem aber zeigen sich auf dem Stadium von 12 intertrochalen Segmenten die Anlagen der dicken Steigborsten. Es erscheinen auf jeder Seite zu gleicher Zeit zwei vorne zugespitzte dicke Borstenstummel, die weiterwachsend nach und nach die Körperwand erreichen und etwas aus dieser hervorschauen.

Der anale Paratroch ist noch in voller Ausbildung vorhanden. Hinzugekommen sind vom dritten Segmente an unvollständige Wimperringe, die, an den Seiten unterbrochen, in einen Bauch- und Rückenbogen zerfallen. Die Wimpern sind, wie schon Agassiz (1866) bemerkte, in der Mitte am grössten und werden nach den Seiten zu allmählich kleiner.

Die Pigmentirung des Körpers beginnt mit dem dritten intertrochalen Segmente. Die Ausgestaltung im Einzelnen ist sehr mannigfaltig, doch lassen sich folgende allen gemeinsame Züge aufstellen. Auf dem dritten bis sechsten Segmente befinden sich an den hinteren Segmentgrenzen dicke schwarze Streifen, die in der Mitte unterbrochen sind. Auf den beiden hinteren treten daneben noch Flecke und Punkte auf, und zugleich gehen von dem Hauptstreifen viele Verzweigungen ab, sodass die Flecke auf dem sechsten Segmente das Aussehen eines vielverzweigten Baumes bekommen. Auch der fünfte Fleck (auf dem siebenten Ringe) hat noch oft diese Gestalt. Von hier an aber nimmt die Länge der Zeichnung ab und diese dehnt sich mehr in die Breite aus, sodass die ganze Zeichnung das Aussehen eines verzweigten Fleckes bekommt. Bei der ersten Anlage der betreffenden Segmente ist die Gestalt des Pigmentfleckes übrigens strichförmig, geht aber bald in die sternförmige Gestalt über. Vom neunten Segmente an nimmt die Ausbildung des Pigmentes rasch ab. Die Flecken werden kleiner und auf dem letzten (jüngsten) Segmente sind es nur noch längliche kleine Fleckchen. Daneben befinden sich auf allen Segmenten, getrennt von der eben geschilderten Zeichnung, kleine schwarze Flecken dicht an der Ursprungsstelle der dorsalen Borstenbüschel.

Neben dieser schwarzen Zeichnung hat sich auf der ganzen Bauchseite des Wurmes ein breiter gelber Streifen entwickelt, der allerdings nur bei auffallendem Lichte deutlich sichtbar ist und dann scharf mit dem schwarzen Pigment contrastirt. Dieser Streifen löst sich auf dem Kopfe in mehrere Flecken auf. Einer liegt vorne an der Spitze, zwei andere finden sich ringförmig um die Wurzel der Fangfühler gelagert. Ebenso liegt zu beiden Seiten des Afters gelbes Pigment.

Was den Verdauungstraktus betrifft, so hat sich der Oesophagus bedeutend verlängert. Er erstreckt sich als ein dünnwandiges Rohr bis zum fünften Segmente und mündet hier in den dickwandigen Darm ein; der seiner ganzen Ausdehnung nach mit Flimmerepithel besetzt ist. Dorsales und ventrales Blutgefäss sind als feine Kanäle über resp. unter dem Darm zu erkennen, führen aber statt des beim ausgebildeten Thiere rothen Blutes eine farblose Flüssigkeit. Auf diesem Stadium hat sich die Bewegungsweise des Wurmes insofern geändert, als jetzt schlängelnde Bewegungen des ganzen Körpers das Schwimmen unterstützen. Diese Bewegungsweise wird bald so ausgiebig, dass sie den Körper ungefähr allein im Wasser schwebend erhalten kann; die provisorischen Borsten sind also jetzt überflüssig geworden und fallen aus

zuerst die hinteren, die vorderen halten sich am längsten. Die definitiven Borsten haben sich schon vorher angelegt und brechen jetzt in dem Tempo, wie die alten ausfallen, durch.

Auf diesem 11—12ringligen Stadium bleibt die Larve einige Zeit (8—12 Tage) stehen, ohne sich weiter zu entwickeln. Ist die Zahl der Segmente auf 15—16 gewachsen, so beginnt das Pigment allmählich sich zurückzubilden. Zuerst reduciren sich die Streifen auf den vorderen Segmenten zu Flecken, so dass sich jetzt 4 Reihen Flecken von vorne nach hinten auf dem Rücken hinziehen, wenn man die Flecken auf den Fusshöckern jederseits hinzurechnet. Es schwinden nun die inneren Fleckenreihen vollständig. Dann folgt das Pigment zwischen den Augen, so dass diese in ihrer Stellung jetzt deutlich hervortreten. Zugleich zeigt sich die Anlage der Dorsaltaster und der Kiemen, in der gewöhnlichen Weise zuerst als Höcker auftretend. Die dicken Steigborsten im fünften Segment vermehren sich, so dass jetzt jederseits zwei vollkommen ausgebildete und dahinter zwei in der Anlage begriffene vorhanden sind. Die Fangfühler wachsen weiter aus und der Analwimperkranz wird schwächer, um bei fortdauernder Zunahme der Segmente ganz zu verschwinden. Am hinteren Körperende bildet sich dann der an der Dorsalseite unterbrochene Saugnapf aus. Zugleich verschwindet das Pigment auf den Parapodien, so dass der Wurm jetzt bis auf geringfügige Abänderungen in der Gestalt des Kopflappens mit dem ausgebildeten Thiere übereinstimmt.

Zugleich mit der Reduktion des Pigmentes findet auch der entscheidende Wechsel in der Lebensweise des Wurmes statt. Er verlässt die Oberfläche des Meeres und sinkt auf den Grund, um hier bald mit dem Röhrenbau zu beginnen und die Lebensweise des ausgebildeten Thieres zu führen.

Mit der von Agassiz (1866) beschriebenen amerikanischen *Polydora ciliata* stimmt die Kieler Form in ihrer Entwickelung in den Grundzügen überein. Das jüngste von ihm beschriebene Stadium ist das mit zwölf intertrochalen Segmenten (entsprechend der Figur Taf. VI Fig. 6). Die Pigmentvertheilung ist bei der amerikanischen Form allerdings sehr abweichend. Bis zum sechsten Segmente ist der Körper fast ganz ohne Zeichnung. Diese beginnt gleich mit dem sternförmigen Flecken auf dem siebenten Segmente. Die Streifen auf dem dritten bis sechsten Segmente scheinen hier vollkommen zu fehlen. Das Verschwinden des Pigments scheint ebenfalls auf einem etwas weiter vorgerückten Stadium stattzufinden. Jedenfalls hat seine Figur 30 mit 25 Segmenten und vollkommen ausgebildetem Saugnapf noch die vier Reihen von Flecken, wenn auch nur schwach ausgebildet.

Die Laichzeit der *Polydora* erstreckt sich über einen sehr beträchtlichen Theil des Jahres. Von April bis November findet man immer Larven in allen Stadien zahlreich im Auftrieb. Im Winter, von December bis März, kommen sie seltener, meist nur in vereinzelten Exemplaren vor. Dasselbe zeitliche Vorkommen zeigt sich auch in St. Andrews (Schottland), wo nach Mc Intosh (1890) *Polydora*-Larven von Juni bis Oktober durchgehends beobachtet wurden, vereinzelt auch im Februar. Derselbe Autor (1890) giebt auch an, dass in Whitestable die Larven sich einen beträchtlichen Theil des Jahres hindurch finden.

Die erste Larve, welche als zu *Polydora ciliata* gehörig ausgegeben wurde, ist die von Øerstedt (1843) abgebildete. Er rechnete sie aber zu obiger Gattung nur deshalb, weil sie mit erwachsenen Exemplaren jener Gattung zusammen gefunden wurden. Es handelt sich hier aber, wie Leuckart (1858) mit Recht vermuthet, um eine *Spio*-Larve. Dann gab Claparède (1863) eine ausführliche Beschreibung einer Larvenentwickelung, die er zu *Leucodore ciliata* stellte, obwohl die ziemlich weit entwickelten Larven das für *Leucodore* charakteristische Merkmal, die dicken Steigborsten im fünften Segmente, nicht zeigten. Als darauf die Abhandlung von Agassiz (1866) erschienen war, sah Claparède selbst seinen Irrthum ein und stellte, einer Deutung Agassiz' folgend, seine Form zu Nerine. In der mit Metschnikoff zusammen herausgegebenen Arbeit (1869) gab er eine neue Abbildung einer *Leucodore*-Larve. Doch hatte Claparède auch diesmal nicht die richtige gefunden. Wie von Drasche (1885) richtig angiebt, ist diese Form zweifellos keine *Polydora,* sondern höchstwahrscheinlich eine *Pektinaria.* Die dicken an Paleen erinnernden Borsten stehen vor dem ersten Segmente, nicht wie sie bei *Leucodore* sollten und wie es auch Claparède im Text angiebt, im fünften Segmente. Von sonstigen Abbildungen existirt nur noch eine von Carezzi (1893), die ein schon weit fortgeschrittenes Stadium zeigt, aber wahrscheinlich einer anderen Spezies angehört.

2. Spio seticornis Fabr.

Wie bei der nahen Verwandtschaft der beiden Formen nicht anders zu erwarten, ist die Entwickelung von *Spio* derjenigen von *Polydora* sehr ähnlich. In der äusseren Gestalt gleichen sie sich während der ganzen Entwickelung fast vollständig. Auf den jüngeren (bis zum zehn- bis zwölfgliedrigen) Stadien besteht der einzige Unterschied darin, dass bei *Spio* der verzweigte Pigmentfleck zwischen den Augen fehlt. Später kommt die abweichende Ausgestaltung des fünften Segmentes, besonders das Auftreten der dicken Steigborsten bei *Polydora* hinzu. Ebenso erreicht die Pigmententwickelung bei *Spio* bei weitem nicht die Ausbildung wie bei der verwandten Form.

Die jüngsten im Plankton auftretenden Stadien (Taf. VI, Fig. 7) sind dreigliedrig. Aeussere Gestalt, Bewimperung und Borstenvertheilung stimmen, wie schon oben erwähnt, genau mit dem betreffenden Stadium von *Polydora* (Taf. VI, Fig. 5) überein. Die langen provisorischen Borsten sind ganz fein gefiedert. Die für *Spio* charakteristische Augenstellung ist aus der Figur zu erkennen. Von den vier Augenflecken steht das mittlere Paar eng zusammen, das äussere liegt etwas nach vorne und aussen davon und zeigt deutlich eine kugelförmige Linse. Unmittelbar dahinter liegt ein kleiner schwarzer Pigmentfleck. Zwischen den beiden Augenflecken jeder Seite fehlt aber jegliche Andeutung des verzweigten Pigmentfleckes, wie wir ihn bei *Polydora* finden. Bei einigen Exemplaren kommt zwischen dem zweiten und dritten Segmente ein schmaler, schwarzer Streifen vor, der in der Mitte unterbrochen ist. Von sonstigem Pigment findet sich nur im Enddarm eine schwach grünliche Färbung. Der Mitteldarm beginnt im zweiten Körpersegment und schimmert gelblich-grün durch.

In der weiteren Entwickelung bleibt die Ausbildung des Pigmentes, wie oben schon hervorgehoben, weit hinter der bei *Polydora* zurück; besonders die grossen verzweigten Pigmentflecke (wie sie Taf. VI Fig. 6 zeigt) kommen bei *Spio* nie vor. Doch ist der Grad der Ausbildung auf demselben Stadium nie ganz gleichmässig, er ist bei dem einen Exemplar stärker, bei dem andern schwächer. Vielleicht ist die schwächere Ausbildung des Pigmentes überhaupt auf die veränderteren Lebensbedingungen in der Ostsee zurückzuführen. Jedenfalls kommen im Ozean *Spioniden* mit sehr stark entwickeltem Pigment vor.

Zuerst treten jene beiden Streifen zwischen dem 2. und 3. Segmente auf, meist erst auf dem Stadium mit 4 bis 5 borstentragenden Segmenten. Zur gleichen Zeit zeigt sich auch auf den Wülsten zu beiden Seiten des Mundes schwarzes Pigment in körnigem, feinvertheiltem Zustande. Mit weiterer Zunahme der Segmente tritt auf jedem Ringe das Pigment in Form von kleinen, runden Flecken auf, meist sind es vier auf jedem Segmente. Auf den später angelegten hinteren Segmenten werden die Flecken immer kleiner, doch treten dann oft auf einem Segmente zwei Querreihen unmittelbar hintereinander auf. Bei einem zwölfgliedrigen Exemplare z. B. (Tafel VI, Fig. 9) sind die Fleckenreihen auf dem 2.—4. Segmente deutlich ausgebildet; auf den Folgenden werden sie kleiner und schwächer, und vom 8. an verdoppeln sie sich. Die schwarzen Flecke auf den Parapodienanlagen beginnen schon auf dem ersten Segmente und nehmen nach hinten allmählich an Intensität ab. Auf den älteren Stadien bildet sich dann das Pigment ganz allmählich zurück und verschwindet schliesslich ganz.

Die provisorischen Borsten bleiben bei unserer *Spio* sehr lange erhalten. Auf dem zwölfgliedrigen Stadium (Taf. VI, Fig. 9) sind sie noch stets vorhanden, meistens bleiben sie bis zum zwanziggliedrigen erhalten. Die hinteren Bündel, die auf dem dreigliedrigen Stadium ja kleiner sind als das erste, erreichen bald dieselbe Grösse wie jenes. In den unteren Borstenbündeln befinden sich in den sieben vorderen Segmenten die gewöhnlichen Pfriemborsten, vom achten Segment an treten die typischen Hakenborsten, wie wir sie beim erwachsenen Thiere vorfinden, auf, je drei in jedem Bündel. Die langen provisorischen Borsten werden mit der Zeit gegen die gewöhnlichen Pfriemborsten ausgewechselt. Die Bewimperung ist genau dieselbe wie bei *Polydora* und die Entwickelung der Fühler verläuft genau in derselben Weise. Am Hinterende bilden sich natürlich statt des Saugnapfes der *Polydora* die vier fadenförmigen Fortsätze aus, wie sie für *Spio* charakteristisch sind.

Die Dauer des pelagischen Lebens ist ungefähr dieselbe wie bei *Polydora*, also ca. 1 Monat. Mit dem Schwinden der provisorischen Borsten sinkt der Wurm zu Boden.

Von den in der Litteratur beschriebenen Formen stimmt keine genau mit der Kieler *Spio* überein. Am meisten nähert sich ihr noch die von Claparède und Metschnikoff (1869) beschriebene *Spio fuliginosa*. Abweichender sind die von Leuckart und Pagenstecher (1858) und von Leuckart und Frey (1847) gefangenen Formen. Die erstere scheint während ihres pelagischen Lebens bedeutend mehr Segmente zu entwickeln.

3. Nerine.

Am 10. Januar 1901 habe ich ein Exemplar einer Form gefunden, die in Taf. VI, Fig. 10 abgebildet ist. Sie fällt sofort durch das Bestehenbleiben der Dotterhaut auf, welche durch kleine zapfenartige, dichtbeieinander stehende Erhebungen fein chagrinirt erscheint. Der eigentliche Embryo berührt diese Hülle, die eine eiförmige Gestalt besitzt, nur im vorderen Theile auf eine kurze Strecke dort, wo eine ringförmige Verdickung um seinen Körper herumläuft. Auf dieser Verdickung entspringen die Cilien des vorderen Wimperkranzes, die durch die Hülle hindurchragen. Das Vorderende des Embryos läuft in eine scharfe Spitze aus, das Hinterende verschmälert sich allmählich. Die Färbung ist dunkelgelb.

Ein etwas weiter vorgerücktes Stadium findet sich unter Apsteins Präparaten vom 23. II. 94. Der Embryo hat sich der Dotterhaut jetzt mehr genähert, besonders an zwei Stellen dicht hinter dem Ringwulst. Es sind dies zwei höckerartige Vorsprünge, die Anlagen der Parapodien. Die Borsten des vorderen Bündels sind schon länger und gleichen in ihrer Gestalt ganz den provisorischen Schwimmborsten von *Polydora* oder *Spio*. Sie sind mit feinen Fiederchen besetzt. Das zweite Büschelpaar, dicht hinter dem ersten gelegen, ist in der Anlage begriffen, doch ragen die Borsten schon etwas durch die Dotterhülle hindurch. Der vordere Wimperkranz ist nicht mehr ganz vollständig erhalten, sondern in zwei seitlich liegende von einander unabhängige Theile zerfallen, von denen jeder auf einem lappenartigen Vorsprunge des Körpers steht.

Ganz ähnliche Bildungen sind von Cunningham und Ramage (1888) als zu *Nerine cirratulus* Clap. gehörig beschrieben worden. Die mit der charakterischen stacheligen Dotterhaut versehenen Eier wurden im Februar, also zur selben Zeit wie hier in Kiel, pelagisch gefischt. Der einzige Unterschied mit der von mir oben beschriebenen Form besteht darin, dass bei dem Cunningham'schen Exemplare ein hinterer Wimperkranz vorhanden ist, der bei der Kieler Form nicht zu bemerken war. Doch ist es sehr wohl möglich, dass er auf einem späteren Stadium noch auftritt. Eine gleiche Gestaltung der Dotterhaut ist von Claparède (1869, p. 329, Taf. 24,1) für dieselbe Form und eine ähnliche für *Aonides auricularis* Clap. (daselbst p. 45, Taf. 3,3) angegeben worden. Krohn und Schneider (1867 p. 498) beschreiben ebenfalls Larven mit ähnlicher Dotterhaut.

Da Cunningham durch Züchtung aus dem Ei die Zugehörigkeit seiner Form zu *Nerine* ausser Zweifel gestellt hat, so wird bei der grossen Uebereinstimmung zwischen den beiden, die Kieler Form auch sicherlich zu *Nerine* gehören. Da diese Gattung bisher in der westlichen Ostsee nicht beobachtet ist, so sind die beiden beobachteten Exemplare wohl durch Strömungen aus dem Kattegat in die Kieler Bucht vertrieben worden. Hiermit stimmt auch die grosse Seltenheit der Form überein; sie wurde bei den Planktonuntersuchungen als auch bei meinen eigenen nur je einmal gefangen.

4. Capitella capitata.

Die jüngsten Larven sind telotroch, haben also vorne und hinten einen Wimperkranz; der Körper ist walzenförmig, der Kopflappen abgerundet, ebenso das Aftersegment. Der Rumpf selbst ist noch durchaus ungegliedert. Augen sind auf dem jüngsten Stadium noch nicht vorhanden, treten aber bald, eins auf jeder Seite, als röthlich gefärbte Flecken auf. Im Innern ist der Darm noch nicht deutlich gesondert, sondern die ganze Larve ist mit grobkörnigem Dotter angefüllt. Die Tiere bewegen sich sehr lebhaft im Wasser umher. Sie können sich sehr stark zusammenziehen und zwar so weit, dass der Körper fast kugelig erscheint.

Sehr bald differenzirt sich der Darm und der Mund entsteht als runde mit Wimpern ausgekleidete Oeffung unter dem vorderen Wimperkranze.

Zur selben Zeit beginnt die Segmentbildung. Der Körper zerfällt durch Querfurchen in 14 Segmente (Taf. VI, Fig 12), die sich sämmtlich zur selben Zeit anlegen. Der vordere Wimperring bleibt aber (im

Gegensatz zu Claparède [1869], der auf seinen Figuren vom 2. Stadium an, nur den hinteren Wimperring zeichnet) vollkommen funktionsfähig bestehen. Der Kopflappen kann willkürlich von dem Thiere zugespitzt und abgeflacht werden. Dazu kann er oft soweit eingezogen werden, dass es den Anschein erweckt, als ob die Augen, die übrigens jetzt mit einer kugeligen Linse versehen sind, hinter dem vorderen Wimperkranze liegen. In den Segmentfurchen liegt eine Reihe feinkörnigen, grünen Pigmentes, das aber nur bei Druck unter dem Deckgläschen deutlich hervortritt; ebenso ist das Aftersegment mit grünen Punkten dicht übersät. An der Ventralseite zieht sich ein Bauchstreifen von sehr feinen zarten Wimpern entlang, desgleichen ist das Aftersegment mit feinen Wimpern ganz bekleidet.

Auf diesem Stadium bleibt das Thier längere Zeit, etwa 14 Tage lang, ohne weitere Segmente anzulegen. Gegen Ende dieses Zeitraumes treten die Borsten auf, in jedem Segmente, auch im Mundsegmente, je eine auf jeder Seite, in den 4 vorderen Pfriemborsten, in den folgenden Hakenborsten. Dies ist, wie schon Claparède (1869) bevorhebt, insofern bemerkenswerth, weil beim erwachsenen Thiere erst mit dem 8. Segmente die Hakenborsten beginnen. Es findet also in den vorderen Segmenten später noch ein Borstenwechsel statt.

Bald nach dem ersten Auftreten der Borsten beginnen die Wimperkränze zu schwinden und der Wurm senkt sich allmählich zu Boden. Zur gleichen Zeit tritt eine Differenziirung der Segmente ein: die vorderen werden breiter als lang, die hinteren strecken sich dagegen bedeutend in die Länge. Hierdurch hat die junge Lave ganz die Gestalt der ausgewachsenen Capitella angenommen und es findet die Weiterbildung nur durch eine Vermehrung der Segmente statt.

Nach der ersten Beschreibung einer *Capitella*-Larve durch G. P. van Beneden (1857) gaben Claparède und Metschnikoff (1869) eine genaue Darstellung der Entwickelung. In neuester Zeit hat denn Eisig (1898) die gesammte Entwickelungsgeschichte unserer Form in erschöpfender Weise behandelt.

5. Arenicola marina L.

Obwohl dieser Wurm an den sandigen Küsten der nördlichen Meere ungemein häufig ist, kennt man doch von seinen Gewohnheiten zur Laichzeit noch fast garnichts. Reife Eier dieser Species sind noch nicht bekannt geworden. Max Schultze (1856) fand zwar in Cuxhaven auf dem Sande zwischen *Arenicola*-Häufchen gestielte Eiballen, die er für den Laich von *Arenicola* erklärte und aus denen er kleine Würmchen zog, die freilich mit der erwachsenen *Arenicola* nur wenig Aehnlichkeit hatten. Später hat Cunningham (1888) dieselben Eier im Firth of Forth gefunden und aus ihnen ein etwas weiter entwickeltes Stadium gezogen, dass so grosse Aehnlichkeit mit *Scoloplos armiger* zeigte, dass er es für die Larvenform dieses Wurmes erklären musste (die nähere Beschreibung dieser Stadien findet sich deshalb unter *Scoloplos armiger* p. 126). Dagegen hat Wilson (1880) und neuerdings Child (1900) in North Falmouth (N.-Amerika) bei der nahe verwandten *Arenicola cristata* die grossen gallertigen Eimassen gefunden und auch die erste Entwickelung bis zum Auftreten der Trochophora genauer studirt. Dieselbe hat die typische Gestalt, einen ziemlich gut entwickelten Proto- und Paratroch und ein breites ventrales Wimperband. Beim Ausschlüpfen aus der Gallerte sind 2 oder 3 Körpersegmente und oft schon die Borsten des ersten Segmentes angelegt. Auf dem Kopfe befinden sich 2 kleine Pigmentflecke in dorsolateraler Lagerung.

Von der weiteren Entwickelung kennt man nur das sog. postlarvale Stadium. Hierunter versteht man dasjenige Stadium in der Entwickelungsgeschichte von *Arenicola*, auf welchem die volle Somitenzahl schon vorhanden ist und der Körper schon in eine vordere borstentragende Region und eine hintere borstenlose (Schwanz) zerfällt, die Kiemen aber noch nicht voll ausgebildet oder überhaupt noch nicht erschienen sind. Stadien dieser Art sind zuerst von Hartlaub (Ehlers 1892) bei Helgoland gefangen, später von Benham (1893) und Kyle (1896) genauer beschrieben worden. Doch viel früher schon hatte Claparède diese Form entdeckt, aber unter dem Namen *Clymenides sulfureus* als eigene Art beschrieben. Durch die französischen Forscher Mesnil (1896, 1897, 1898) und Fauvel (1898, 1899) ist die Identität dieser Gattung und ebenso der Gattung *Branchiomaldane* mit Jugendstadien von *Arenicola* in mehreren Arbeiten festgestellt worden und letzterem ist es auch gelungen, im Aquarium die Umwandlung einer

Clymenides in eine *Arenicola ecaudata* direkt zu erzielen. Dieser letztere Autor ordnet die verschiedenen Arten von *Clymenides, Branchiomaldane* und *Arenicola* folgendermassen einander zu (Fauvel 1898):

1. Reihe: *Clymenides incertus* Mesnil — *Arenicola (Branchiomaldane) Vincenti* Lghans.
2. Reihe: *Clymenides sulfureus* Clp. — Benhamstadium — *Arenicola marina* L.
3. Reihe: *Clymenides ecaudatus* Mesnil — *Branchiomaldane*stadium — *Arenicola ecaudata* Johnst.

Uns interessirt hier nur die zweite Reihe, die zu *Arenicola marina* führt. Da das zweite postlarvale Stadium sich von dem ersten nur durch das Vorhandensein von kleinen Kiemenstummeln unterscheidet, so gebe ich hier gleich eine zusammenfassende Beschreibung, hauptsächlich im Anschluss an Benham (1893) und Kyle (1896).

Der Wurm bewohnt eine vollkommen farblose, durchsichtige, gelatinöse Röhre, die vom Thiere selbst abgesondert wird. Der Körper ist sehr biegsam und befähigt so das Thier aktiv auf aalartige Weise zu schwimmen. Die beiden äussersten Enden der Larve sind gelb punktirt. Der Körper ist 1—2 cm lang, cylindrisch und besteht aus dem kurzen, abgestutzten Kopflappen, dem Peristomium (Mundsegment) und 20 borstentragenden Segmenten, die die vordere Region bilden; dann folgt der Schwanz mit einer grösseren Anzahl borstenloser Somiten — einigen 30 und mehr. Das abgestutzt-kegelförmige Analsomit oder Pygidium ist mit 8 kurzen Papillen versehen. Im ersten postoralen Segmente liegt auf der dorsalen Seite ein Paar runder Otocysten mit etwa 10 eckigen Otolithen (beim erwachsenen Thiere sind es 60). Die Borstenausstattung aller setigeren Segmente ist von gleicher Beschaffenheit: dorsal stehen je 2 mit langem, aber schmal gesäumten und je 2 mit kurzem aber breit gesäumten Endabschnitt. Nur das erste Dorsalbündel (in Somit 2) wird von einer kleinen Dorsalborste gebildet, die kaum aus dem Körper hervorragt. Diese kleine Borste verschwindet beim erwachsenen Thiere, ein Vorgang, der ja auch bei andern Polychaeten vorkommt. Die ventralen Borsten beginnen mit Somit 3; jede ist ein s-förmig gekrümmter Haken mit einer kleinen aber deutlichen Kerbe an der Spitze; die untere Gabel ist dabei länger als die obere. In den vorderen Bündeln befinden sich je drei Borsten, die Zahl wächst aber weiter nach hinten bis auf acht oder neun. Sowohl dorsale als ventrale Borsten stimmen mit denen der erwachsenen Thiere nicht genau überein, werden also später ausgewechselt. Kiemen fehlen auf dem *Clymenides*-Stadium vollständig. Die Benhamsche Form zeigt von den 13 Kiemenpaaren der Erwachsenen nur 6 Paare, an den Somiten 14—18. Da bei den ausgewachsenen Exemplaren die ersten Kiemen am 9. (dem 7. borstentragenden) Segmente beginnen, so erscheinen diese bei der Larve von hinten nach vorn. Es sind jetzt nur einfache konische Erhebungen der Epidermis, noch keine verzweigten Bäumchen wie später. Embryonale Segmente sind nicht vorhanden; Darm und Circulationssystem sind genau wie beim erwachsenen Thiere gebaut. Segmentalorgane finden sich im 5.—9., wahrscheinlich auch im 4. Segment.

Mesnil (1897) hat die jüngsten Arenicolen im Sande aufgesucht und solche von 17,5 mm Länge gefunden. Sie hatten schon gut entwickelte, verästelte Kiemen. In Bezug auf Grösse, Gestalt und Zahl der Hakenborsten standen sie zwischen dem *Clymenides*-Stadium und der erwachsenen *Arenicola*.

Von manchen Autoren wird behauptet, dass die postlarvalen Stadien von *Arenicola marina* ein pelagisches Leben führten. Hartlaub (Ehlers 1892) hat ein Exemplar bei Helgoland im Auftrieb gefunden und Claparède giebt für seine *Clymenides sulfureus* eine pelagische Lebensweise an. Dagegen hat Kyle seine jungen Formen nur mit dem Tiefennetz erbeutet. Es erscheint als sehr wahrscheinlich, dass dies pelagische Auftreten ein mehr zufälliges ist, indem die Thiere durch den Gezeitenstrom vom Boden aufgewirbelt worden sind. Jedenfalls ist hier in Kiel niemals ein solcher Wurm gefunden worden, obwohl *Arenicola* hier in der Sandregion sehr häufig ist.

Ueber die Laichzeit in der Ostsee ist noch gar nichts bekannt. An der englischen Küste kann man nach Gamble und Ashworth (1900) 2 Varietäten, eine Laminarienvarietät, die im tieferen, und eine Littoralvarietät, die im flachen Wasser lebt, unterscheiden, und zwar laichen beide zu verschiedenen Zeiten, erstere im Januar—Mai, letztere im Juli—August. Hiermit stimmen auch die Angaben von Kyle (1896) gut überein, der als Laichzeit für St. Andrews Januar—September, mit einer Unterbrechung im April, Mai und Anfang Juni, angiebt. Ebenso fand Cunningham (1888) an den im April untersuchten Würmern keine reifen Geschlechtsprodukte.

6. Scoloplos armiger.

Aus dem Ei gezogene Larven dieser Form sind bis jetzt nicht bekannt geworden. Cunningham und Ramage (1888) haben aber aus Eikokons, die sie im Februar auf dem Sande am Firth of Forth fanden, Larven gezogen, die mit der ausgewachsenen Scoloplos viele Aehnlichkeit hatten. Dieselben Gallertklümpchen hatte schon M. Schultze (1856) im selben Monat „auf einer wenig vom Wasser bedeckten Sandfläche bei der Insel Neuwerk gefunden, dieselben aber, weil sie neben den Sandhäufchen von *Arenicola* lagen, für die Eier dieser Spezies gehalten." Nach dem Aussehen der ältesten von Cunningham und Ramage gezogenen Form ist dies aber gänzlich ausgeschlossen.

Die Eikokons sind nach der übereinstimmenden Beschreibung beider Autoren birnförmige Gallertklumpen von 2 cm Länge, die mit einem ca. 3 cm langen Gallertstiele im Sande befestigt sind. Im Innern liegen ungefähr 3—400 Eier, die nach Schultze eine röthliche Färbung haben, nach Cunningham aber opak weiss sind. Doch ist dies wohl ein unwesentlicher Unterschied, besonders da es sich um Eier von verschiedenen Lokalitäten handelt.

Die jüngsten Larven haben einen sehr breiten Wimperring am vorderen Ende. Mit der Längsstreckung des Thieres entstehen neue Wimperringe, und zwar je ein schmaler dicht vor und hinter dem ersten und ganz hinten ein Analring. Mit der weiteren Ausbildung neuer Segmente bildet sich ein deutlicher Kopflappen mit zwei dunkelroten Augen aus. An der Bauchseite zieht sich ein schmaler Wimperstreif vom Munde zum Analringe hin. Nach 20—24 Tagen verschwinden zugleich mit dem Auftreten der ersten Borsten die Wimperringe und die Jungen verlassen jetzt die Gallerte, in der sie bisher umhergekrochen waren. Die Borsten sind am Rande zierlich gesägt und treten zuerst an den vordersten der 10—12 Segmente auf. Soweit reichen die Beobachtungen Schultzes. Cunningham hat noch ein weiteres Stadium gezogen, auf dem hinten am Analsegmente sich zwei Analcirren gebildet haben. Zugleich mit diesen treten Dorsalcirren (Kiemen?) auf den beiden vorhergehenden Ringen auf. Bei Würmern, die Hartlaub aus Max Schultzeschen Eiballen gezogen hatte, erstreckt sich nach Ehlers (1892) die Kiemenbildung noch um ein Segment weiter nach vorne. Neben den einfachen Borsten, die deutlich in zwei Gruppen gesondert sind, tritt überall ein läppchenartiger Fortsatz auf. Auch Ehlers (1892) hält das Thier für die Larve von *Scoloplos armiger*.

Die Larven einer nahe verwandten Form: *Aricia foetida* hat Salensky (1883) in Neapel aus dem Ei gezogen. Die einzelnen Stadien haben grosse Aehnlichkeit mit den oben geschilderten und stützen so die Annahme, dass jene Formen mindestens in die Familie der Ariciiden, deren einzigster Vertreter in der Kieler Bucht eben *Scoloplos* ist, gehören. Die Eier werden bei dieser Form ebenfalls in Gallertklumpen abgelegt. Die Bewimperung des Embryos ist genau die gleiche. Die Larven sind ebenfalls mit schwach ausgebildeten Wimperreifen ausgestattet, die nicht im Stande sind, das Thier an die Wasseroberfläche emporzuheben.

Schultze und Cunningham haben ihre Formen im Februar gefunden. Von der Kieler Form giebt Mau (1882) an: „Mitte Oktober waren die Segmente schon mit Geschlechtsprodukten erfüllt und Mitte Mai war erst die völlige Reife der letzteren eingetreten; Ende Juni haben die Eier die Leibeshöhle bereits verlassen und neue sind in Bildung begriffen". Hiernach scheint die Laichzeit sich vom Mai bis in den Juni zu erstrecken, also gegen Schottland und Cuxhaven, wo die Eikokons im Februar gefunden wurden, sich ziemlich bedeutend zu verspäten. Larven von Aricia fand Mc. Intosh (1890) dagegen von Juli bis September in St. Andrews in postlarvalen Stadien, ein Verhalten, das wieder mit den Angaben Mau's ganz gut passen könnte.

Ueber die Anzahl der abgelegten Eier findet sich bei demselben Verfasser folgende Notiz: „In den meisten Fällen geschieht es (nämlich das Auftreten der Geschlechtsprodukte) erst im 27.—29. Segmente. Von da ab konnte ich sie in allen Segmenten, vielleicht mit Ausnahme der 10 letzten antreffen. Eine gewöhnliche Erscheinung war es, dass sowohl in den ersten, als auch in den letzten Segmenten, in denen Geschlechtsprodukte auftreten, die Menge der letzteren eine geringere als in den übrigen Segmenten war. Während die Zahl der Eier in diesen 30—40 und noch darüber an jeder Seite des Segmentes betrug, besassen die ersten und letzten Segmente immer ungefähr 10, ja bisweilen traf ich jederseits nur ein Ei an.

Selbstverständlich hängt die Anzahl der Eier überhaupt von der Grösse des Wurmes ab." Da die Anzahl der Segmente nach demselben Verfasser im Durchschnitt 180—200 beträgt, schätze ich die Anzahl der Eier auf mindestens 7—8000. Diese Angabe ist mit M. Schultzes Zahlen, wonach in dem gallertigen Schleim 3—400 rothe Dotter eingeschlossen sind, nicht zu vereinen; es sollte denn sein, dass die Eier nicht alle zugleich, sondern nacheinander in mehreren Portionen abgelegt werden. Sie könnten aber wohl mit den Angaben Salensky's stimmen, der für *Aricia foetida* von einer enormen Eimenge spricht.

7. Pektinaria belgica.

Am 12. IX. 1901 wurde eine Larve gefangen, die ich für ein Jugendstadium von *Pektinaria belgica* halte. Am auffälligsten waren an derselben (Tafel VI, Fig. 13) zwei flügelartige feinbewimperte Fortsätze zu beiden Seiten des Mundes, die rüsselartig vorgestülpt und wieder retrahirt werden können. Das Pigment ist sehr reich entwickelt. Unmittelbar unter dem Prototroch liegt ein starker, mehrreihiger Reif, aus schwarzen Punkten zusammen gesetzt. Der Hinterkörper ist von zwölf Reifen umgeben, die ebenfalls aus einzelnen aneinander gereihten Punkten bestehen, aber vorne vom Bauchstreifen unterbrochen werden. Sie liegen hinten am dichtesten zusammen und entfernen sich nach vorn immer mehr voneinander. Auch der konisch zugespitzte Kopflappen ist dicht mit schwarzem Pigment besetzt, welches auf der Hinterseite besonders dicht gedrängt liegt. Im übrigen ist die Larve telotroch, mit flimmernder, etwas eingesenkter Bauchrinne versehen. Auf dem Kopfe trägt sie einen deutlichen Scheitelwimperschopf. Diese Larve stimmt genau mit der von Willemoes-Suhm (1871) als unbekannte Larve von Hellebaeck beschriebenen Form überein, nur ist letztere etwas weiter entwickelt und hat schon die Borsten angelegt. Nach Bobretzky's (1873) Beobachtung ist diese Larve, ebenso wie die sehr ähnliche von Claparède (1869) für eine *Polydora* ausgegebene Form, eine *Pektinaria.* von Drasche (1885), dem ich diese Notiz entnehme, bildet eine ähnliche Larve aus dem Mittelmeer als wahrscheinlich zu *Pektinaria* gehörig ab. Die Larve von Hellebaeck besitzt schon zehn borstentragende Segmente. Das Hauptkennzeichen bilden fünf dicke, hakenförmig gebogene Borsten im ersten Segmente, die den späteren Paleenborsten entsprechen. In den folgenden Segmenten sitzen die gewöhnlichen Haarborsten; provisorische Schwimmborsten scheinen nicht angelegt zu werden. Im übrigen stimmt die Larve ganz mit der Kieler Form überein, besonders die Ausbildung der Mundflügel ist genau dieselbe.

8. Terebella zostericola.

Diese Form gehört zu den von Willemoes-Suhm (1871) schon in Kiel untersuchten Spezies. Die Larve ist eine reine Bodenform und kommt normalerweise niemals im Oberflächenplankton vor, sondern macht ihre Entwickelung in der Gallertmasse, mit der die Eier umhüllt sind, durch und baut dann bald, nach kurzem Umherkriechen auf dem Boden, eine Röhre. Deshalb habe ich die Larve nie gefangen, da sie aber doch einmal zufällig ins Plankton gerathen könnten, gebe ich hier eine kurze Beschreibung der einzelnen Stadien im Anschluss an Willemoes-Suhm.

Die Eiklumpen werden in grösster Menge an Seegras oder an der Röhre selbst angeheftet. Die jüngsten Formen sind eiförmig und auffälliger Weise mit einem vollkommenen Wimperkleid versehen, während sich die Wimperbekleidung bei der sonst sehr ähnlichen Larve von *Terebella Meckelii* auf einen allerdings ziemlich breiten Wimperstrich um die Mitte des Embryos herum beschränkt. Die Larve streckt sich bald und es treten dann mehrere Segmente zu gleicher Zeit auf. Die drei ersten davon tragen Borsten und die drei weiteren sind noch borstenlos. Auf dem Kopflappen sitzen jetzt einige zarte Wimpern. Die Wimperung beschränkt sich nun auf einen breiten Cilienring auf dem die augentragenden Segmente und auf einem schmalen auf dem nächstfolgenden. Die Färbung ist ockergelb, mit transparenter Randschicht. Das Wachsthum schreitet nun rasch vorwärts. Der Kopflappen wächst vorne zur kegelförmigen Anlage des ersten Tentakels aus, die Wimperung verschwindet gänzlich und die Borsten erscheinen nun in allen Segmenten. Magen und Darm, letzterer in eine Schlinge gelegt, sind ebenfalls sichtbar. Auf diesem Stadium verlässt der Wurm die Schleimhülle und beginnt bald damit, sich selbst eine Röhre zu bauen. Die weitere Ausbildung der Tentakel und Borsten vollzieht sich in der Röhre, genau so wie es Milne Edwards (1845) bei *Terebella nebulosa* geschildert hat.

Die Eiablage findet im April—Juni statt.

Sehr interessanter Weise haben nicht alle Terebellenlarven diese bodenständige Lebensweise. Man kann vielmehr in dieser Hinsicht die Terebellen in zwei Gruppen sondern, in solche, die pelagisch lebende Larven besitzen, und solche, die ihre Jugendstadien in der Laichgallerte verbringen, um dann bald zum Röhrenbau überzugehen. Die Larven der ersten Gattung unterscheiden sich von denen der zweiten besonders durch das Vorhandensein einer Otocyste. Am besten ist von diesen Formen *Terebella conchilega* durch Claparèdes (1863) vorzügliche Untersuchungen bekannt. In den späteren Stadien umgiebt sie sich mit einer Gallertröhre und schwimmt noch eine zeitlang mit dieser umher. In diesem röhrentragenden Zustande sind Terebellen schon verschiedentlich freischwimmend im Plankton gefunden worden, so von Cunningham (1888), von der Planktonexpedition mitten auf hoher See (Haecker 1898), ferner von Busch (1847) und Fritz Müller (1861). In die zweite Kategorie gehört neben unserer *Terebella zostericola* noch *T. Meckelii*. Beide sind sich in ihrer Entwickelung sehr ähnlich. Nach Willemoes-Suhm besteht der Unterschied nur darin, dass die Larven von *Terebella zostericola* in frühester Jugend am ganzen Körper flimmern und dann später noch an dem mit 4 (nicht 2) Augenflecken versehenen Segmente, sowie an dem nächstfolgenden die Flimmung beizubehalten.

9. Terebellides Stroemii.

Von dieser Form sind nur die jüngsten Stadien durch Willemoes-Suhm (1871) bekannt geworden. Die Larven kommen ebenso wie die der naheverwandten *Terebella zostericola* nicht im Plankton vor, sondern treiben höchstens eben über dem Boden hin. Die Eier werden in Schleimklumpen von circa 4 mm Durchmesser abgelegt und an abgestorbenem Seegrase oder am Anfangstheil der Röhre befestigt. Ihr Durchmesser beträgt circa 0,072 mm und sie sind sehr dunkel, fast schwarz gefärbt. Die jüngsten noch in der Eihülle befindlichen Formen sind kugelrund, besitzen etwas hinter der Mitte einen Wimperreif mit anscheinend starken Schlagcilien, 2 dunkelrothe Augenflecken und, was sehr bemerkenswerth ist, einen starren Wimperschopf auf dem Kopfe. Noch im Ei beginnt der Körper sich zu strecken und ist beim Ausschlüpfen hinten kegelförmig zugespitzt. Der Wimperreif liegt jetzt genau in der Mitte des Körpers. Ein Flimmersaum zieht sich an der Bauchseite hin und der Magen ragt schon weit in den Kopflappen vor. Um den After bildet sich ein deutlicher Paratroch aus. Im Kopflappen zeigt sich eine gut ausgebildete Otolithenblase. Dies ist besonders merkwürdig, weil die Larven nach Willemoes-Suhm langsam am Boden des Gefässes umherschwimmen, während bei den Terebelliden sich diese Organe doch nur bei den pelagisch lebenden Larven vorfinden. Auch der verhältnissmässig gut ausgebildete Schlagcilienring scheint auf eine solche Lebensweise hinzudeuten, wie schon Haecker (1897) bemerkt hat. Trotzdem erhielt Willemoes-Suhm „mit dem feinen Netze trotz eifrigen Fischens keine hierhergehörige Larve, die bei ihrem geringen Schwimmvermögen den Meeresgrund nicht zu verlassen scheinen." Auch ich selbst habe bei meinen Fängen nichts gefunden, was irgendwie hierher gehören könnte. Weitere Stadien sind von Willemoes-Suhm nicht beobachtet worden, weil seine Larven in den Zuchtgefässen alle auf diesem Stadium abstarben.

Die Laichzeit fällt in den Mai. Sie scheint sich nach Willemoes-Suhm über 2—3 Wochen auszudehnen.

10. Spirorbis nautiloïdes.

Die Larven von *Spirorbis* gehören, ebenso wie die vorhergehenden, zu jenen Formen die nur zufällig dann und wann im Plankton erscheinen. Willemoes-Suhm (1871) hat ihre Entwickelung genauer studirt. Sie ist mit der von *Spirorbis spirillum* Gould, die Pagenstecher (1863) und A. Agassiz (1866) beschrieben haben, fast identisch, nur findet sie nicht wie bei dieser Form im Deckelstiele sondern in der Schale selbst statt.

Die Thiere sind Zwitter und zwar liegen die gelblichrothen Eier im vorderen, die Samenfäden im hinteren Theile des Körpers. Später findet man die Eier an beiden Seiten des Wurmes zwischen Körper und Schale liegen. Den grössten Theil ihrer Entwickelung machen die Jungen in der Eihaut durch. Sie rotiren zuerst mit einem Flimmergürtel und 2 Augenflecken versehen in der Eihaut umher und bewegen sich, wenn jene resorbirt ist, frei in der Gallertmasse, aus der die Eischnur besteht, umher. Jetzt ist auch die Anlage des Halskragens hervorgetreten als ein Wulst, der zu beiden Seiten henkelartig vorsteht. Am Kopf ragt

ein Wimperbüschel hervor, das aber bald abgeworfen wird. Hinter dem Wulst zeigt sich eine blasse lanzettförmige Borste. Haben sich die drei ersten Rumpfsegmente angelegt, so gesellt sich zu ihr noch eine Pfrieborste. Der Kragenwulst streckt sich nun und man kann jetzt an dem Thiere deutlich Kopf, Mantel und Rumpf unterscheiden. Um den After hat sich ein Wimperring gebildet. Die Tentakel beginnen dann hervorzusprossen, allerdings nicht symmetrisch und paarweise, wie Pagenstecher (1863) angiebt, sondern nach der Regel, die zuerst Agassiz angegeben hat. Ist der 4. Tentakel angelegt, so verlässt das Thier am Abend die Röhre seiner Mutter, schwimmt die Nacht über freiumher, setzt sich aber schon gegen Morgen fest und beginnt sofort mit der Absonderung seiner Kalkröhre. Das ganze Nomadenleben dauert also nur 8—10 Stunden.

Die Laichzeit fällt hier in Kiel in den Juni. Im Mittelmeer scheint sie nach Pagenstecher früher einzutreten (gegen Ende März).

11. Lepidonotus squamatus.

Die jüngste im Plankton beobachtete Form war eine typische monotroche Trochophora. Die Umbrella ist flach gewölbt und der eigentliche Körper nach hinten kegelförmig zugespitzt (Taf. VI, Fig. 14). Der Hauptwimperring ist sehr kräftig, in zwei Zeilen angeordnet. Er springt wulstförmig vor und ist mit starken Ringmuskeln versehen, welche das Thier so stark zu kontrahiren vermag, dass jetzt an Stelle des hervorspringenden Wimperkranzes eine Einschnürung zu liegen kommt, ein Fall, der beim Konserviren häufig eintritt. Vor dem Wimperring liegt ein Reif feinkörnigen, dunkelrothen Pigmentes. Die Umbrella besitzt an der Ventralseite über dem Munde eine Abflachung, auf der ein Wimperbüschel steht. Ebenfalls findet sich ein solches oben auf der Scheitelplatte, die sich als Verdickung des Integumentes anlegt. Der Mund liegt unmittelbar unter dem Wimperkranze und ist immer starr geöffnet. Die Lippen sind aufgewulstet und reich mit Cilien besetzt. Diejenigen, welche auf der Oberlippe sitzen sind kleiner, während diejenigen der Unterlippe länger sind und nach aussen herabhängen. Ein flimmernder Bauchstreifen zieht sich an der Ventralseite vom Munde bis zum After hin. Von Augenflecken ist auf diesem Stadium nur ein nierenförmiger rother Fleck an jeder Seite ziemlich dicht am Wimperringe vorhanden. Der Schlund zieht sich vom Munde aus nach aufwärts in den Kopflappen hinein und mündet hier in den Magen. Dieser nimmt fast die gesammte Körperhöhle ein und erstreckt sich weit in den Kopflappen hinauf. Auf seiner Wandung findet sich eine feine, netzartige Zeichnung aus roth bis violett gefärbtem Pigment. Hinten schliesst sich ein kurzer Enddarm an, der nicht pigmentirt ist und sich durch eine Leiste vom Darm absetzt. Fast immer findet man den Magen mit Planktonorganismen, hauptsächlich Diatomeen und Peridineen, vollgepfropft.

Bald zeigen sich auch die Einschnürungen der Segmente und zwar bilden sich sechs zugleich aus, dazu tritt dann noch das Buccal-(Mund-)Segment. Die Parapodien treten auf jeder Seite, alle sechs zur selben Zeit, als kleine Höcker hervor. Dann beginnt der Körper stärker in die Länge zu wachsen. Die Umbrella verkleinert sich immer mehr im Verhältniss zum übrigen Körper. Zugleich tritt der Darm aus dem Kopflappen heraus und der Schlund nimmt jetzt die gewöhnliche Lage ein. Die Augenflecken haben sich vermehrt und es sitzen jetzt drei auf jeder Seite in charakteristischer Stellung (Taf. VII, Fig. 1). Die Borsten treten sofort in der definitiven Gestalt auf. Von den Kopfanhängen erscheinen die Ventraltentakel zuerst, zugleich mit den beiden Buccaltentakeln. Bald darauf beginnen auch die Kopftentakel zu erscheinen, zuerst der mittlere, dann die grossen und die kleinen seitlichen. Die zwei starken Säbelborsten des Buccalsegmentes erscheinen nun ebenfalls. Alle Tentakel legen sich zuerst als höckerartige Vorsprünge an, die knopfartig auswachsen. An der Basis der paarigen Antennen befinden sich kleine Wimperbüschel, ebenso am Grunde der Palpen. Die Gestalt des Kopfes nähert sich immer mehr derjenigen des erwachsenen Thieres. Nur der vordere Rand ist noch gerade abgestutzt, doch wachsen die beiden Enden bald zipfelförmig aus (Taf. VII, Fig. 2). Der Cilienring hat sich bald ganz zurückgebildet. Die Elytren legen sich jetzt, zuerst in der Vierzahl, auf denselben Segmenten (nämlich 1, 3, 4 und 6) wie beim erwachsenen Thiere an. Am After sind die beiden Schwanzcirren jetzt deutlich zu erkennen. Nachdem inzwischen hinten noch ein siebentes Segment hervorgesprosst ist und die Tentakeln sich weiter ausgebildet haben, tritt ein zwei bis drei Wochen dauerndes Ruhestadium ein, in dem das Thier im Wasser umherschwimmt und sich von

andern kleinen Organismen auf räuberische Art ernährt (Nectosomastadium Haeckers (1894) (Taf. VII, Fig. 2). Der Darmkanal hat eine Annäherung an das Stadium der Erwachsenen erfahren, indem Kiefer und Rüssel sich angelegt haben.

Der Uebergang zum ausgebildeten Thiere vollzieht sich dann rasch ohne weitere Umbildung durch Hervorsprossen neuer Segmente, da die definitive Körpergestalt ja im Nectosomastadium schon erreicht ist; zugleich tritt auch der Uebergang zur kriechenden Lebensweise ein.

Die Laichzeit ist zeitlich ziemlich ausgedehnt; sie fällt in die Monate Juni bis Oktober. Die Dauer des pelagischen Lebens beträgt etwa $1^1/_2$ Monat, wovon 1 Monat auf das Trochophora- und Metatrophora-, und $^1/_2$ Monat auf das Nectosomastadium kommen. Nach Form und Stellung der Kopftentakel gehören die oben beschriebenen Larvenformen zu *Lepidonotus squamatus*.

12. Harmothoë imbricata.

Im Januar und Februar treten ebenfalls *Polynoë*-Trochophoren auf; da aber Ende April jede Spur von ihnen verschwunden ist, also eine Lücke von über einem Monat zwischen dem Verschwinden dieser und dem Auftreten der oben zu *Lepidonotus squamatus* gestellten Form eintritt, so ist wohl mit Sicherheit anzunehmen (wie ja auch schon Hensen (1887) gethan), dass die im Winter auftretenden Formen der anderen hier vorkommenden Polynoïde: *Harmothoë imbricata* zuzurechnen sind. Hiermit stimmt auch die Angabe von Sars (1845) überein, dass *Polynoë cirrata* O. Fabr. = H. *imbricata L.* an der norwegischen Küste im Frühjahr laiche. Diese im Januar und Februar beobachteten Formen gleichen den später im Sommer auftretenden vollkommen. Trotz vieler darauf verwandter Mühe ist es mir nicht gelungen, irgend einen durchgreifenden Unterschied zu entdecken. Es kann also nur auf die vorhergehende Beschreibung verwiesen werden. Leider habe ich das Nectosomastadium, auf dem sich die besonderen Speziesmerkmale zeigen müssten, nicht zu Gesicht bekommen, da ich aus den Monaten März und April nur sehr wenig Material hatte, so dass der genaue Nachweis der Zugehörigkeit dieser Winterform zu *Harmothoë imbricata* nicht erbracht werden konnte. Das pelagische Stadium dauert übrigens bei der letzten Form länger als bei der Sommerform, nämlich über zwei Monate. Im Januar und Februar finden sich ausschliesslich nur Trochophorastadien.

Die Trochophorastadien dieser Form wurden zuerst von M. Sars (1845) an der norwegischen Küste beobachtet. Alle übrigen Beschreibungen von *Polynoë*-Larven beziehen sich auf andere Spezies als in Kiel vorkommen, meistens Mittelmeerformen, doch sind die Abweichungen anscheinend sehr geringfügiger Art und treten erst auf dem Nectosomastadium deutlicher hervor. Hierher gehören die Arbeiten von Max Müller (1851), Claparède (1863), Fewkes (1882) und Haecker (1894 und 1897).

13. Eteone pusilla.

Das jüngste Stadium (Taf. VII, Fig. 3) ist eine Trochophora mit Scheitelbüschel und zwei Augenflecken, in deren Mitte schon die Linse zu bemerken ist. Das Scheitelwimperbüschel sitzt anfangs fast genau auf der Mitte des Kopflappens, rückt aber bald in eine flache Vertiefung auf der Vorderseite, bildet jedoch nicht den für die eigentlichen Phyllodocidenlarven charakteristischen steifen Wimperschopf. Ein Analwimperring ist noch nicht vorhanden. Der Mund liegt dicht unter dem vorderen Wimperreif und ist ringsum mit feinen Wimpern besetzt. Auf dem Kopflappen liegt grünes Pigment, das besonders bei Druck stärker hervortritt und sehr regelmässig in Punktreihen angeordnet ist. Auf dem allerjüngsten Stadium tritt dies grüne Pigment auch noch auf dem übrigen Körper auf, verschwindet hier aber sehr bald. Zwei gelbe Pigmentflecke liegen zu beiden Seiten des Afters, der auf diesem Stadium schon durchgebrochen ist. Der Darm, dessen Wandung mit grossen Fetttropfen dicht angefüllt ist, flimmert. Er erstreckt sich mit seinem vorderen leicht zugespitzten Ende in den präoralen Theil hinein.

Auf dem zweiten Stadium (Metatrochophora, Taf. VII, Fig. 4) sind die Fühleranlagen als kleine Vorsprünge zu sehen. Unter dem ersten Augenpaar tritt auf jeder Seite ein weiterer rother Pigmentfleck auf, den Willemoes-Suhm (1871) erst auf dem nächsten Stadium bemerkt hat. Er fehlt beim erwachsenen Thiere. Sehr bald beginnen die Segmente sich abzugliedern. Es entstehen zur gleichen Zeit fünf, das Buccalsegment eingeschlossen. Bei Druck sind die Segmentgrenzen schon zu sehen, ehe noch die Borsten- und Parapodienanlagen auftreten.

Indem sich der Schlund und die Tentakelcirren differenziren und eine bedeutende Längsstreckung des gesammten Körpers eintritt, geht die Larve allmählich in das grösste Stadium ihres pelagischen Lebens über, auf welchem sie schon ganz dem erwachsenen Wurme gleicht (Taf. VII, Fig. 5).

Der Kopf hat sich jetzt bedeutend in die Länge gestreckt. Die vier Fühler haben schon ihre charakteristische Stellung ganz an den Seiten des Kopflappens eingenommen. Das Scheitelwimperbüschel ist geschwunden, dagegen ist der präorale Wimperkranz, obwohl stark reducirt, noch vorhanden. Beide Augenflecken persistiren noch, die vorderen bleibenden noch mit deutlicher Linse, die sich beim erwachsenen Thiere nicht mehr vorfindet (die Augen sind bei diesen nach Ehlers 1864, p. 138 einfache Pigmentflecke). Der Körper umfasst jetzt fünf borstentragende Segmente; jedes Parapod hat ungefähr fünf bis sechs Borsten und einen Ventralcirrus. Um den After zieht sich ein Streifen grünen Pigmentes, der aus zahlreichen dicht aneinandergereihten Punkten besteht. Der Verdauungskanal hat sich in Schlund, ausstülpbaren Pharynx und Darm gesondert. Die flimmernden Organe, die Willemoes-Suhm auf dem vorderen Ende des Proventriculus gesehen hat und die er für die Anlagen der Segmentalorgane hält, habe ich nicht auffinden können. Das Hinterende hat sich zu beiden Seiten des Afters in zwei Fortsätze ausgezogen. Ueber dem grünen Pigmentreif hat sich nachträglich ein allerdings nur schwach entwickelter Analwimperkranz angelegt. Auf diesem Stadium senkt sich die Larve schon zu Boden, um zur kriechenden Lebensweise überzugehen.

Die Laichzeit dieser Form ist auf einen sehr kurzen Zeitraum beschränkt. Die Larven wurden nur in der zweiten Hälfte des Mai gefangen. Die ganze Entwickelung verläuft also im Gegensatz zu *Polynoë* sehr rasch. Die Schwärmzeit dauert nicht über 14 Tage. Am 6. Tage des pelagischen Lebens werden die Parapodien sichtbar, am 12. sind 5 borstentragende Segmente normal ausgebildet.

Eine sehr gute Darstellung der Entwickelung dieser Art hat schon Willemoes-Suhm (1871) gegeben.

14. Nephthys ciliata.

Die jüngste im Plankton aufgefundene Larve ist ausgesprochen telotroch. (Taf. VII, Fig. 9.) Der Kopflappen ist halbkugelförmig gestaltet und sehr wenig formveränderlich. Auf seiner Rückenseite liegen zwei rothe Augenflecke. Der Prototroch ist sehr kräftig, 3-zeilig und zwischen den einzelnen Zeilen mit braunem Pigment besetzt. Der Körper selbst ist nach hinten kegelförmig zugespitzt. Die Körperwand ist zuerst glatt, doch treten bald Segmentfurchen auf. Es legen sich sechs Ringe auf einmal zur selben Zeit an. Vor dem Paratroch liegt ein Ring braunen Pigmentes, der an der Ventralseite unterbrochen ist, eine für die Nepthyslarven charakteristische Zeichnung. Der Mund befindet sich unmittelbar unter dem Prototroch. Dieser theilt sich hier in 2 Theile, der dicke obere und stärker bewimperte geht in die Oberlippe, der untere schwächer bewimperte in die Unterlippe über. Der Magen ist sehr geräumig und füllt auch den grössten Theil des Kopflappens aus. Seine Wandung ist in der Mitte orangegelb gefärbt, an den Seiten schön blau. Pigmentflecke auf dem Kopfe, wie sie nach Haecker (1897) bei der Neapler Larve auftreten, habe ich bei der Kieler Form nicht beobachtet. Die Pigmentirung wechselt übrigens, wie es scheint, nach den verschiedenen Gegenden sehr. In Neapel kommt neben dem vorherrschenden blau noch roth und grün vor, bei den von Fewkes (1885) in Neapel beobachteten Larven herrscht dagegen das Grün vor, während bei der Kieler Form gar kein grün, sondern nur blau und braungelb vorkommen. Am Aftersegment bilden sich zwei stumpfe wenig vorspringende Höcker aus, zwischen denen sich ein stummelförmiger Anhang anlegt, der aber nicht nach hinten über den übrigen Larvenkörper hervorragt.

Schon Haecker hat auf die eigenthümliche Bewegungsart der Larve aufmerksam gemacht, durch die man sie leicht im lebenden Zustande von den ähnlichen Phyllodocidenlarven unterscheiden kann. „Die Larven sind schon mit blossem Auge an ihrer hastig rotirenden Bewegung und der milchweissen Färbung zu erkennen. Magen und Hinterende treten als dunkle Punkte hervor". (Haecker 1897, p. 82.)

Die älteren Stadien mit gut ausgebildeten Parapodien habe ich hier nicht im Plankton gefunden. Sie sind von Fewkes (1885) genauer beschrieben worden. Seine Larven senkten sich erst im Stadium von 8—10 borstentragenden Segmenten unter Rückbildung des Kopflappens und des Paratrochs zu Boden. Die Kieler Larve scheint dies allem Anschein nach schon auf einem früheren Stadium zu thun. Die Larven sind von mir im Oktober—Dezember gefangen worden.

15. Nereis Dumerilii.

Von den drei hier vorkommenden *Nereis*-Arten wurden im Plankton nur Larven einer Art, sehr wahrscheinlich von *Nereis Dumerilii*, angetroffen. Die dotterarmen Eier findet man flottirend im Plankton (Taf. VII, Fig. 6). Sie sind hellgelbgefärbt aber dabei sehr durchsichtig und leicht an 4 grossen Oeltropfen erkennbar, die sich konstant im Innern vorfinden und für *Nereis* charakteristisch zu sein scheinen. Eine besondere Eikutikula ist nicht vorhanden. Ungefähr 24 Stunden nach der Ablage hat sich der mediane Wimperkranz (der Prototroch) angelegt. Der untere Theil des Körpers streckt sich jetzt etwas in die Länge und nimmt kegelförmige Gestalt an, sodass wir jetzt eine typische Trochophora vor uns haben. Unter dem Wimperkranz zieht sich ein brauner Pigmentreif hin; zwei rothe Augenflecke erscheinen auf jeder Seite des Kopflappens. Die vier grossen Oelkugeln liegen jetzt in der Mitte des Körpers, in der Gegend des Prototrochs. Bald erscheinen auch die Anlagen der Borstenbündel, und zwar drei Paar zur selben Zeit. (Taf. VII, Fig. 7.) Die Borsten haben schon die typische Form der Nereisgrätenborsten. Indem die Parapodien in Gestalt rundlicher Höcker auf beiden Seiten vorspringen, wird die Gestalt der Larve eine naupliusähnliche (Wilson 1892). Zugleich bildet sich der vordere Wimperkranz stark zurück und der Kopf setzt sich vom übrigen Körper durch eine schwache Furche schärfer ab. Auf diesem Stadium (Taf. VII, Fig. 8) trifft man die Larve am häufigsten. Sie besitzt jetzt drei intertrochale borstentragende Segmente. Sehr bemerkenswerth ist es, dass die Bewimperung nur noch sehr schwach ausgebildet ist. Der Prototroch ist ganz verschwunden; nur auf dem 1. und 2. Segmente ist auf jeder Seite das Rudiment eines Bauchwimperbogens vorhanden. Der Kopf ist ungefähr viereckig, an der vorderen Seite leicht eingesenkt und trägt vorne zwei kleine knopfartige Fühler (die Scheitelcirren). Dahinter haben sich schon die Palpen und jederseits ein Tentakularcirrus, der schon ziemlich gut entwickelt und fast so lang wie der Kopf breit ist, angelegt. Alle sind am Grunde verbreitert, am Ende mit einer kugeligen Anschwellung versehen, die mit kleinen steifen Borsten besetzt sind. Von Augen ist nur ein Paar ausgebildet; es befindet sich aber auf der Höhe der Tentakularcirren ein ziemlich grosser braungelber Pigmentfleck. Die Parapodien sind als seitlich vorspringende Höcker ausgebildet; ihre Borsten haben sich in ein ventrales und ein dorsales Bündel gesondert. Im ersten Segmente sind in jedem Bündel 2—8 Borsten, in den beiden Folgenden je 12—14 vorhanden. Die beiden hinteren Segmente tragen je einen Ventraltentakel und hinten sitzen auf zwei kleinen Vorsprüngen die beiden Aftercirren. Der Verdauungskanal hat schon die typische Gliederung. Auf die Mundöffnung folgt der muskulöse, ausstülpbare Schlund, an dessen Grunde die kräftigen Kiefer liegen. Der Darm schliesst sich unmittelbar an. Er ist gelb gefärbt und in seiner Wandung reichlich mit Oeltropfen versehen.

Auf diesem Stadium verbleibt die Larve ungefähr 2—3 Tage um sich dann zu Boden zu senken. Bei anderen *Nereis*-Arten dauert das pelagische Leben länger, bei *Nereis limbata* z. B. nach Wilson (1892) 10—12 Tage. Hier ist während dieser Zeit ein wenn auch nur schwach ausgebildeter Prototroch vorhanden. Die Larve war in Kiel vom Juli bis zum Oktober, aber niemals zahlreich, im Plankton zu finden.

Die Eiablage von *Nereis Dumerilii* ist von v. Wistinghausen (1891) in Neapel genauer studirt. Nach diesem Autor werden die meisten Exemplare in der Nereisform geschlechtsreif. Sie legen ihre Eier an den Wänden der dünnwandigen Wohnröhre ab. Die Entwickelung ist dann direkt, ohne Metamorphose (Trochophora). Nur einzelne Exemplare verwandeln sich in die epitoke Heteronereisform. Diese hat schwimmende Eier und ihre Larven machen die oben geschilderte Entwickelung durch. Die Ausbildung bis zur Trochophora hat schon Goette (1882) in Neapel beobachtet. Sehr deutlich sind die vier grossen Oelkugeln sowohl im Ei als auch in der Larve zu sehen. Nur die eigenartigen hakenförmigen Borsten, die Goette bei seiner Form zeichnet, sind bei der Kieler Form nicht vorhanden. Es treten hier vielmehr sofort die typischen Säbelborsten der erwachsenen *Nereis* auf. Die Entwickelung ohne Metamorphose ist bis zur Ausbildung der dreigliedrigen Larve von Wistinghausen (1891) und in den weiteren Stadien von Langhans (1880) beschrieben worden.

Litteraturverzeichniss.

A. Agassiz. 1866. On the young stages of a few Annelids. in: Ann. Lyc. Nat. Hist. New-York. vol. VIII. 1866.

J. P. van Beneden. 1857. Histoire naturelle du genre Capitelle de Blainville in: Bull. Ac. R. Belg. Ser. 2. Vol. III.

B. Benham. 1893. The postlarval stage of *Arenicola marina* in: Journ. mar. Biol. Ass. (2). vol. III. 1893.

Bobretzky. 1873. Mittheilungen über *Centrocorone taurica, Pholoë ocellata, Pektinaria* spec. in: Verh. Ges. d. Naturf. Kiew. vol. VIII. 1873.

W. Busch. 1851. Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Seethiere. Berlin. 1851.

Carazzi. 1893. Revisione del genere *Polydora* Bosc. in: Mitth. zool. Stat. Neapel. vol. XI. 1893.

Ch. M. Child. 1900. The early Development of *Arenicola* and *Sternaspis* in: Archiv f. Entwicklungsmech. vol. IX. 1900.

E. Claparède. 1863. Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt. Leipzig. 1863.

E. Claparède und E. Metschnikoff. 1869. Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte der Polychaeten in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIX. 1869.

J. J. Cunningham und G. A. Ramage. 1888. The Polychaeta sedentaria of the Firth of Forth in: Trans. R. Soc. Edinb. vol. XXXIII. Part. 3. (1886—1887) 1888.

R. von Drasche. 1885. Beiträge zur Entwicklung der Polychaeten. 2. Heft. Wien 1885.

H. Eisig. 1898. Zur Entwicklungsgeschichte der Capitelliden in: Mitth. zool. Stat. Neapel. vol. XIII. Heft 1—2. 1898.

E. Ehlers. 1864. Die Borstenwürmer systematisch und anatomisch dargestellt. Band 1. Leipzig 1864—68.

„ 1892. Zur Kenntniss von *Arenicola* in: Nachr. Ges. Wiss. Gött. Nr. 12. 1892.

M. P. Fauvel. 1898. Les stades postlarvaires des Arénicoles in: Compt. rend. vol. 127. 1898.

„ 1899. Observations sur *l'Arenicola ecaudata* in: Bull. Soc. Linn. Normand. (5). vol. 2. 1899.

J. W. Fewkes. 1885. Studies from the Newport Marine Zoological Laboratory. 13. On the development of certain worm larvae in: Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll. Cambr. vol. 11. 1883—1885.

J. W. Gamble und J. H. Ashworth. 1900. The Habits and Structure of *Arenicola marina* in: Quart. Journ. micr. Soc. N. S. vol. 43.

A. Goette. 1882. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig 1882.

V. Haecker. 1894. Die spätere Entwicklung der *Polynoe*-Larve in: Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ont. Bd. 8. 1894.

„ 1897. Pelagische Polychaetenlarven. Zur Kenntniss des Neapler Frühjahr-Auftriebs in: Zeitschr. f. w. Zool. 62.

„ 1898. Die pelag. Polychaeten- und Achaetenlarven der Planktonexpedition in: Ergebn. d. Plankt.-Exp. Bd. II h, d. Lpz. 1898.

Mc. Intosh. 1890. Notes from the St. Andrews Marine Laboratory in: Ann. and Mag. N. H. 6. Ser. vol. 6. 1890.

A. Krohn und A. Schneider. 1867. Ueber Annelidenlarven mit porösen Hüllen in: Müllers Archiv. 1867.

H. M. Kyle. 1896. On the Nephridia, Reproductive Organs and postlarval Stages of *Arenicola* in: Ann. and Mag. N. H. Ser. 6. vol. 18. 1896.

P. Langhans. 1880. Wurmfauna von Madeira II. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 33. 1880.

R. Leuckart und H. Frey. Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des norddeutschen Meeres. Braunschweig 1847.

R. Leuckart und A. Pagenstecher. 1858. Untersuchungen über niedere Seethiere in: Arch. f. Anat. u. Phys. 1858.

W. Mau. 1882. *Scoloplos armiger* in: Zeitschr. f. wiss. Zool. 36. 1882.

Ed. Mayer. 1901. Studien über den Körperbau der Anneliden in: Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. 14. 1901.

F. Mesnil. 1896. Sur *Clymenides sulfureus* Clp. in: C. R. Soc. Biol. 1896. 18. avril.

„ 1897. Etudes de morphologie externe chez les Annélides. III. Formes intermédiaires entre les Maldaniens et les Arénicoliens in: Bull. sc. France et Belgique. vol. 30. 1897.

„ 1898. Les genres *Clymenides* et *Branchiomaldane* et les stades postlarvaires des Arénicoles in: Zool. Anzeiger. 1898.

F. Müller. 1861. Cunina Köllikeri n. sp. in: Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 27. Bd. 1. 1861.

M. Müller. 1851. Ueber die Entwicklung und Metamorphose der Polynoën in: Müllers Arch. 1851.

A. Øerstedt. 1843. Annulatorum Danicorum conspectus. Hafniae 1843.

A. Pagenstecher. 1863. Entwicklungsgeschichte und Brutpflege von *Spirorbis spirillum* in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12.

W. Salensky. 1882. Etudes sur le développement des Annélides. Deuxième partie (II. *Nereis cultrifera)* in: Arch. Biol. Vol. III. 1882.

„ 1883. Etudes sur le développement des Annélides. Trois. partie in: Arch. Biol. Th. 4. 1883.

M. Schultze. 1856. Ueber die Entwicklung von *Arenicola piscatorum,* nebst Bemerkungen über die Entwicklung anderer Kiemenwürmer. Halle 1856.

R. von Willemoes-Suhm. 1871. Biologische Beobachtungen über niedere Meeresthiere in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 21. 1871.

E. B. Wilson. 1880. Preleminary Abstract of Observations upon the Early Stages of some Polychaetous Annelides in: Zool. Anzeig. 3. Jahrg. 1880.

„ 1892. The Cell. Lineage of Nereis in: Journ. Morph. vol. 6. 1892.

C. von Wistinghausen. 1891. Untersuchungen über die Entwicklung von *Nereis Dumerilii.* Mitth. Zool. Stat. Neapel. vol. 10.

Figurenerklärung.

Tafel VI Fig. 1—6. *Polydora ciliata.*
Fig. 1. Reifes Ei.
„ 2. Larve, eben ausgeschlüpft.
„ 3. Etwas älteres Stadium, mit angelegtem Paratroch.
„ 4. Stadium mit der Anlage von 3 intertrochalen Segmenten.
„ 5. Stadium mit 3 ausgebildeten intertrochalen Segmenten.
„ 6. Stadium mit 12 intertrochalen Segmenten.

Tafel VI Fig. 7—9. *Spio seticornis.*
Fig. 7. Larve mit 3 intertrochalen Segmenten.
„ 8. Larve mit 5 Segmenten.
„ 9. 12gliedrige Larve, noch mit provisorischen Borsten versehen.

Tafel VI Fig. 10. Larve von *Nerine.*

Tafel VI Fig. 11 und 12. *Capitella capitata.*
Fig. 11. Jüngste Larve von *Capitella capitata.*
„ 12. Aeltere, 14gliedrige Larve von *Capitella capitata.*

Tafel VI Fig. 13. Larve von *Pektinaria belgica.*

Tafel VI Fig. 14 u. Tafel VII Fig. 1. *Polynoë.*
Taf. VI. Fig. 14. Trochophorastadium.
Taf. VII. „ 1. Junge Nectosoma, noch mit wohlausgebildetem Wimperkranz.

Tafel VII Fig. 2. *Lepidonotus squamatus.*
Aeltere Nectosoma (Die Elytren sind der Deutlichkeit halber fortgelassen.)

Tafel VII Fig. 3—5. *Eteone pusilla.*
Fig. 3. Jüngstes Stadium.
„ 4. Aelteres (Metatrochophora-) Stadium. Die Anlage von 4 borstentragenden Segmenten ist sichtbar.
„ 5. Aeltestes im Plankton vorkommendes Stadium mit 5 intertrochalen Segmenten.

Tafel VII Fig. 6—8. *Nereïs.*
Fig. 6. Pelagisch auftretendes Ei von *Nereïs Dumerilii.*
„ 7. Junge dreigliedrige Larve von „ „
„ 8. Aeltere dreigliedrige Larve von „ „

Tafel VII Fig. 9. Trochophora von *Nephthys ciliata.*

Inhalt.

Seite

I. Allgemeiner Theil 113

II. Spezieller Theil.

1. *Polydora ciliata* 118
2. *Spio seticornis* 122
3. *Nerine* sp. 123
4. *Capitella capitata* 123
5. *Arenicola marina* 124
6. *Scoloplos armiger* 126
7. *Pektinaria belgica* 127
8. *Terebella zostericola* 127
9. *Terebellides Stroemii* 128
10. *Spirorbis nautiloïdes* 128
11. *Lepidonotus squamatus* 129
12. *Harmothoë imbricata* 130
13. *Eteone pusilla* 130
14. *Nephthys ciliata* 131
15. *Nereis Dumerilii* 132

Litteraturverzeichniss 133

Figurenerklärung 135

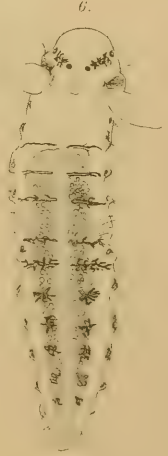
1.

2.

3.

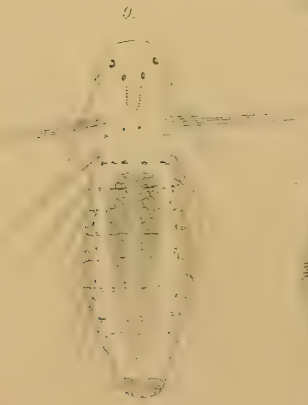
4.

5.


6.

7.

8.


9.

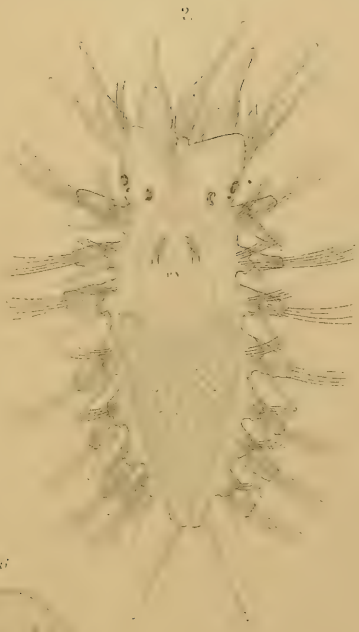
10.

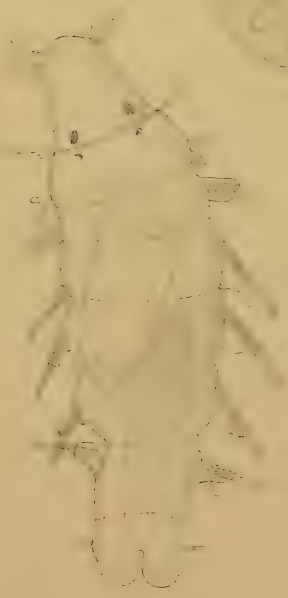
11.

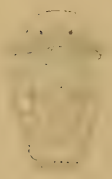
12.

13.

14.







Beitrag

zur

Bestimmung der im Meerwasser gelösten Gase.

(Mittheilungen aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Hydrographische Abtheilung Nr. 1.)

Von

Dr. Ernst Ruppin.

In seiner klassischen Arbeit zur Bestimmung der im Meerwasser gelösten Gase Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure sagt Dittmar[1]) „the most practical plan perhaps would be to combine the determination of the carbonic acid with that of nitrogen and oxygen, that is to boil out the gases in Jakobsens apparatus in the presence of hydrochloric acid". Diesen Weg hat augenscheinlich unabhängig von ihm neuerdings L. Winkler[2]) eingeschlagen. Er benutzt allerdings nicht Jakobsens Apparat, der nur zur Bestimmung von Sauerstoff und Stickstoff erdacht war, aber sein Prinzip, nämlich Kochen der Wasserprobe in einem durch Wasserdampf erzeugten Vakuum. Das Verfahren ist Winkler auch völlig geglückt für die gewöhnlichen und Mineralwässer. Bei einem Gehalte von 1500 ccm ist sein Fehler nur 6 ccm Kohlensäure, allein bei der Untersuchung des Meerwassers, wo es sich um 30 mal so geringe Mengen handelt, wird der Fehler dieser Methode zu gross.

Nach Jakobsen hatten die Skandinavischen Forscher sich einem anderen Princip zugewandt. Tornö[3]) bediente sich der alten bewährten Methode Pettenkofers zur Bestimmung der Kohlensäure unter Ansäuern des Wassers, bis Pettersson[4]) seine praktischen gasanalytischen Apparate erdachte. Des Letzteren Prinzip bei der Kohlensäurebestimmung beruht auf dem Kochen der angesäuerten Wasserprobe in einem durch Quecksilber erzeugten Vakuum bei Anwesenheit von Eisen, wodurch Wasserstoff entwickelt wird.

Damit musste die gleichzeitige, von Dittmar angeregte Bestimmung von Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff fallen gelassen werden, denn es wäre auch eine Bestimmung des Wasserstoffs und der durch das Eisen bedingten Kohlenwasserstoffe erforderlich gewesen. Ausserdem hat Pettersson darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn sauerstoffhaltiges Wasser angesäuert und über Quecksilber erhitzt wird, sich ein Theil des Sauerstoffs mit Quecksilber verbindet. In neuerer Zeit hat M. Knudsen[5]) einen Apparat beschrieben, der ihm zur Bestimmung von Sauerstoff und Stickstoff gedient hat.

Ich hoffte den gleichen Apparat zur Feststellung des Kohlensäure-, Sauerstoff- und Stickstoffgehaltes in einer Wasserprobe verwenden zu können. Das Vakuum wird hierbei im Kochgefäss selber erzeugt, dadurch, dass es den oberen Teil einer Barometerröhre bildet, so dass in ihm, nachdem es mit Quecksilber gefüllt war, eine Torricellische Leere entsteht. In diese Leere saugt man die fragliche Wasserprobe, kocht zunächst Sauerstoff und Stickstoff aus, lässt dann etwas Säure eintreten, treibt den Rest des Gases aus, drückt das entwickelte Gas in ein Sammelrohr über und misst und analysirt es in gebräuchlicher Weise. Der einzige Einwand, der gegen dieses Verfahren erhoben werden kann, ist, soviel ich sehe, der, dass Pettersson nachgewiesen hat, dass ohne gleichzeitige Entwickelung eines indifferenten Gases es unmöglich ist, sämmtliche Kohlensäure durch Kochen im Vakuum auszutreiben. Nun findet man bei Jakobsen[6]) die Beobachtung, dass sich beim Sieden unter Atmosphärdruck die Kohlensäure schneller entwickelt als beim Sieden im Vakuum, es ist auch bekannt, dass die Lösungen der Bikarbonate sich beim Erhitzen unter Kohlensäureentwickelung zersetzen. Demnach war zu hoffen, dass in der sehr verdünnten Lösung der

[1]) Challenger Reports. Phys. and Chem. vol. 1 part. 1. pag. 230.
[2]) Zeitschrift für analytische Chemie 40. 1901. p. 523.
[3]) Journal für praktische Chemie. (2) 19. p. 53.
[4]) Scottisch Geographical Magazine 1894. p. 284, 285.
[5]) The Danisch Ingolfexpedition, vol. 1.
[6]) Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 167, p. 25.

Kohlensäure, unter der Annahme, dass ihr Hydrat in H und HCO_3 dissociiert wäre, das HCO_3 nun verhindert hätte, dass sich die letzten Reste austreiben liessen, während dieses möglich sein würde, wenn es durch Hitze zersetzt wäre.

Im Vakuum siedet nun das Wasser bei erheblich herabgesetzter Temperatur, die in unserem Falle, da wir den Druck nicht kennen, unbekannt ist. Ich habe deshalb in das Siedegefäss ein kleines Thermometer gebracht, welches am oberen Ende mit gewachster chirurgischer Nähseide angebunden ist. Es sollte kein Platindraht dazu genommen werden, damit nicht etwa in dem Element Platin, Quecksilber, Säure, Wasserstoff entwickelt werden könnte. Die gewachste Nähseide hat sich als sehr widerstandsfähig in der heissen sauren Lösung gezeigt.

Die Bestimmung wird in folgender Weise ausgeführt: Das Siedegefäss mit Kühler wird durch Heben und Senken des Quecksilbergefässes evakuirt, die Wasserprobe wird eingesaugt; das hierbei entwickelte Gas drückt man sofort in das Sammelrohr. Dann kocht man 2mal je 5 Minuten und drückt das Gas über. Hierauf lässt man durch den 3 Wegehahn oben 5 ccm Schwefelsäure, die 1 g H_2SO_4 enthalten sollen, eintreten und erhitzt bis auf 100—105°, drückt wieder über, lässt dann noch 2mal je 5 Minuten bei ca. 105° sieden und vereinigt die jedesmal ausgetriebenen Gasmengen mit den übrigen. Das letzte Mal wird es sich um höchstens 0,1 ccm Gas handeln. Damit ist das Auskochen beendet, man kann es derart ausführen, dass höchstens 0,1—0,2 ccm Flüssigkeit überdestilliren, die als mit Kohlensäure gesättigt angesehen werden sollen. Man misst nun die Gasmenge. $CO_2 + O_2 + N_2$ absorbiert Kohlensäure mit Kalilauge, darauf den Sauerstoff und behält Stickstoff übrig. Es ist nun in letzter Zeit üblich gewesen, die Absorption von Sauerstoff durch Pyrrgallolkalilauge im Messgefäss vorzunehmen. Dies hat aber verschiedene Uebelstände an sich. Man muss die Kalilauge von den Wänden mit Wasser abspülen, um dieselbe Benetzung wie beim Auswägen der Bürette zu haben, und um das Gas mit Wasserdampf bekannter Tension zu sättigen. Bei dem von mir benutzten Apparat ist man aber genötigt, entweder Quecksilber oder Kalilauge als Sperrflüssigkeit für Sauerstoff und Stickstoff zu nehmen, weil man sonst Gefahr läuft, wenn man nicht bei jeder Bestimmung frisch ausgekochtes Wasser benutzt, dass durch die Kalilauge der Absorptionskoefficient des Sperrwassers für Stickstoff so herabgesetzt wird, dass eine Stickstoffentwickelung eintritt.

Ich habe mich deshalb wieder Dittmar angeschlossen, der die Absorptionen in der Ettlingschen Gaspipette vornahm. Immer wieder tritt nun der Verdacht auf, dass Pyrogallolkalilauge Kohlenoxyd entwickeln könnte; Hamberg[1]) hat auch Spuren davon gefunden. Aus diesem Grunde habe ich mich anderen Absorptionsmitteln für Sauerstoff zugewandt. Ich benutzte die Hempelsche[2]) Gaspipette für feste und flüssige Absorptionsmittel, der ich eine ein wenig abgeänderte Form gegeben habe. Da es sich immer um geringe Gasmengen handelt, konnte ich kleine Pipetten mit geraden Wänden ohne Einschnürung verwenden. Solche Pipetten lassen sich leichter mit Phosphorstangen oder Kupferdrahtnetz füllen und können, da sie nicht mehr als 30 ccm zu fassen brauchen, noch bequem mit Gummistopfen verschlossen werden.

Schon Fremy, der als erster Sauerstoff- und Stickstoffgehalt des Meerwasser bestimmte, hat den Phosphor zur Absorption verwendet, seine grosse Bequemlichkeit bei der Handhabung, sowie die Genauigkeit der damit ausgeführten Analysen ist von Hempel bewiesen worden. Ich kann auch den Gebrauch von Phosphor bestens empfehlen, wenn man ein gleichmässig warmes Zimmer besitzt, denn bei einer Temperatur unter 14° wirkt er nach Hempel nicht mehr zuverlässig. Leider hatte mein Arbeitszimmer in den Uebergangsjahreszeiten manchmal eine geringere Temperatur. Dazu kommt, dass bei einigen meiner Bestimmungen von Sauerstoff und Stickstoff in Meerwasser der Sauerstoff überhaupt nicht vom Phosphor absorbirt wurde. Da es sich um Bodenwasserproben aus den stagnierenden Mulden der Ostsee handelte, schreibe ich dies Verhalten der Anwesenheit geringer Mengen von Ammoniak zu, die die Reaktion verhindern, worauf schon Hempel aufmerksam gemacht hat.

Ein geradezu ideales Absorptionsmittel[3]) ist Kupferdrahtnetz in einer gesättigten Lösung des anderthalbfach kohlensauren Ammons, zu gleichen Theilen gemischt mit einer Ammoniaklösung vom spez.

[1]) Bihang Till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 10. Nr. 13.

[2]) Wo im Folgenden Hempel als Gewährsmann aufgeführt ist, bezieht es sich auf: Hempel, Gasanalytische Methoden, Braunschweig 1900.

[3]) Hempel l. c.

Gewicht 0,963. Man braucht in eine Pipette, die damit gefüllt ist, das Gas nur überzuführen und einige Minuten stehen zu lassen, die Absorption findet bis auf den letzten Rest ohne Schütteln statt, nur muss man die Flüssigkeit rechtzeitig erneuern. Zur Kontrole habe ich 8, 7 und 6 ccm Laboratoriumsluft nach Einwirkung von Kalilauge der Sauerstoffabsorption unterworfen (mehr Luft kommt bei Benutzung von 300 g Wasser nicht zur Messung). Der gefundene Prozentgehalt der Luft an Sauerstoff betrug 21,0, 20,9 u. 20,85 %. Ein Ergebniss, das völlig mit den Messungen anderer übereinstimmt.

Im Folgenden werden einige Versuchsdaten angegeben, die Umrechnung der bei beliebigen Drucken (Messingskalabarometer) und Temperaturen gemessenen Gasmengen auf 760 mm und 0° und Trockenheit ist nach den physikalisch-chemischen Tabellen von Landolt und Börnstein, 2. Aufl. 1894 p. 35 und p. 30 erfolgt.

Neutrale Lösung von kohlensaurem Natron von anderen Versuchen herrührend:

Kochtemperatur 105°, keine Wasserstoffentwickelung.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge ccm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
298,6	761,4	19,0	18,8	20,7	6,01	19,9	38,58
241,3	756,1	19,8	15,20	21,4	4,76	20,2	38,54
269,3	757,3	19,8	16,95	21,8	5,29	20,3	38,52

Bikarbonatlösung von anderen Versuchen herrührend:

Kochtemperatur 105°, keine Wasserstoffentwickelung.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge ccm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
246,3	754,0	19,5	20,3	20,6	9,47	19,9	39,22
295,6	757,6	19,8	18,65	22,1	5,65*)	19,5	39,09

*) Barometer 758,7 mm bei 19,0°.

Diese Versuche zeigen, dass die Bestimmungen untereinander genügende Uebereinstimmung besitzen. Es wurde nun eine Natriumkarbonatlösung in entkohlensäuertem Wasser dargestellt, die 0,2362 g Na_2CO_3 im Kilogramm enthielt. Diese Menge entspricht nach Küster: Logarithmische Rechentafeln für Chemiker 1902 p. 36 genau 50 ccm Kohlensäure. Das Karbonat war aus reinstem umkristallisirten Bikarbonat durch Erhitzen auf 250° dargestellt und war frei von Chlor und Schwefelsäure.

Kochtemperatur 105° ohne Wasserstoffentwickelung.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge ccm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
315,3	752,1	17,0	22,25	18,0	5,00	17,2	49,42
276,6	752,1	17,0	22,05	19,1	6,63	17,8	50,0
297,4	752,1	17,0	21,30	20,0	4,85	18,4	49,38
							Mittel 49,60

Es ist also nicht gelungen, die angewendete Menge Kohlensäure völlig wiederzufinden, doch ist der Fehler so gering, dass er durch eine kleine Korrektion an den gefundenen Werthen leicht ausgeglichen werden kann.

Um eine Kohlensäurelösung von bekanntem Gehalt in einem Meerwasser ähnlichen Medium der Analyse zu unterwerfen, habe ich zunächst eine Lösung hergestellt, die 27,4 g Natrium chlorid, 13,2 g kristallisirtes Magnesiumsulfat und 2,2 g kristallisirtes Calciumchlorid im Kilogramm enthielt. Diese Lösung ist in Bezug auf Natrium Magnesium und Calcium mit Meerwasser von 35‰ Salzgehalt, gleich zusammengesetzt, ausgerechnet nach den Angaben von Krümmel[1]), in Bezug auf Schwefelsäure und Chlor aber nicht. Mit dieser Lösung wurden 0,7087 reinstes Natriumbikarbonat zu 2 kg gelöst.

1,7007 g dieses Bikarbonates bis zur Gewichtskonstanz auf 250° erhitzt, verloren 0,6277 g, berechnet 0,6266 g, die Substanz hat demnach die theoretische Zusammensetzung. Diese Lösung müsste 94,64 ccm Kohlensäure im Kilogramm enthalten.

Kochtemperatur 105° ohne Wasserstoffentwickelung.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge ccm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
288,2	755,9	18,0	33,3	19,5	3,67	18,4	92,66
304,9	754,7	17,2	35,1	18,5	3,85	18,0	92,75
277,5	755,0	17,3	32,85	19,0	4,39	18,0	92,55
							Mittel 92,65

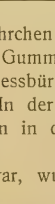
Die Analyse hat hierbei 2 ccm Kohlensäure weniger als die theoretische Menge ergeben, es ist aber dabei zu bedenken, dass die Herstellung einer Bikarbonatlösung von bestimmtem Kohlensäuregehalt schwierig ist, da schon durch Schütteln der Lösung Kohlensäure entweichen kann. Es wurde daher eine neue Lösung hergestellt durch Auflösen von 0,7087 g desselben Natriumbikarbonates in obiger Salzlösung zu 2028 g. Diese Lösung müsste im Kilogramm 93,34 ccm Kohlensäure ergeben.

Kochtemperatur 105° ohne Wasserstoffentwickelung.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge ccm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
277,0	758,0	17,0	32,3	19,0	4,11	17,8	92,17
318,8	758,0	17,0	38,40	20,0	5,82	18,2	91,97
							Mittel 92,07
Dieselbe Lösung unter Wasserstoffentwickelung bei 100° analysirt ergab							
285,0	762,3	14,2	30,1	14,4	10,8	13,9	(1) } 93,15
			33,7	15,8	24,5	16,1	(2) }
316,3	762,4	15,0	39,6	17,2	12,71	16,1	(1) }
			37,1	17,6	32,2	17,4	(2) } 93,52
			26,7	17,6	26,2	17,2	(3) }
							Mittel 93,34

[1]) Krümmel, Der Ocean, 2. Aufl., p. 106.

Zur Wasserstoffentwickelung war ein Stück Eisendraht in einem Glasröhrchen beistehender Form in das Kochgefäss gebracht worden. Die Enden des Glasröhrchens waren mit Gummischlauchstückchen überzogen. Da die Wasserstoffentwickelung sehr stürmisch war, reichte die Messbürette nicht aus, und das Gas musste in mehreren Portionen gemessen und absorbirt werden. In der Folge wurde das vermieden, dadurch, dass das Glasröhrchen mit dem Eisendraht durch Rütteln in den unteren engen Theil des Siedegefässes gebracht wurde.



Da noch eine Glasröhre gefüllt mit der Lösung übrig geblieben war, wurde beschlossen, eine Bestimmung unter Wasserstoffentwickelung bei 70—80° zu machen.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge mm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
261,7	762,4	15,0	31,0	16,5	4,88	15,7	92,2

Aehnliche Resultate erhielt ich bei Analyse eines Meerwassers von 35‰ Salzgehalt.

Wasserstoffentwickelung bei 70—80°.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge mm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
281,8	760,2	17,0	24,70	18,8	9,46	17,6	49,05
			Wasserstoffentwickelung bei 100°.				
300,3	746,1	16,5	25,93	17,5	9,26	16,6	49,84
			Ohne Wasserstoff bei 105°.				
307,8	763,4	19,0	22,30	22,4	5,38	21,0	49,20
250,9	751,3	19,0	18,4	22,0	4,4	21,1	49,29
							Mittel 49,25

Um völlige Sicherheit über dieses Verhalten zu haben, wurden noch einige Analysen von Natriumkarbonatlösungen in Wasser unter Wasserstoffentwickelung gemacht, die Lösung war wieder so hergestellt, dass sie 50 ccm Kohlensäure im Kilogramm enthalten sollte.

Wasserstoff 100°.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge mm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
279,8	745,5	18,2	27,5	20,2	11,66	19,3	49,96
259,4	745,3	18,0	25,2	20,9	10,40	19,6	50,11
							Mittel 50,03
			80—90°.				
272,9	750,6	19,0	24,50	20,9	9,20	20,4	49,77

Wasserstoff 70—80°.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge ccm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	ccm CO_2 in 1 kg Lösung
294,3	744,8	16,5	24,45	18,4	8,15	17,5	49,37
257,6	748,8	17,8	22,7	17,3	8,65	17,6	49,30
							Mittel 49,34
			60—70°.				
270,2	749,7	19,2	24,6	19,6	9,76	19,8	49,1

Schliesslich wurde noch die gleichzeitige Bestimmung von Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff in einer Wasserprobe versucht. Dazu musste zunächst die Korrektion für die hinzugefügten 5 ccm Schwefelsäure festgestellt werden. Wie schon angegeben, enthalten 5 ccm 1 g Monohydrat. Das spezifische Gewicht dieser Säure ist 1,125. 2 Bestimmungen des Gasgehaltes dieser Säure ergaben für 1 Liter

$N_2 =$	$O_2 =$	$\frac{O_2 \cdot 100}{N_2 + O_2} =$
8,18	4,35	34,7
8,03	4,42	35,4
Mittel 8,11 ccm	4,39 ccm	35,05

Die Korrektion beträgt demnach bei der Abmessung des Stickstoff-Sauerstoffgemisches — 0,06 ccm, beim Stickstoff — 0,04 ccm. Da das Auskochen unter stark vermindertem Druck vorgenommen wurde, also auch die Temperatur sehr niedrig war, ist anzunehmen, dass das Quecksilber sich nicht mit Sauerstoff verbunden hat, worauf auch das procentuale Verhältniss in diesem Luftgemenge hinweist.

Der Analyse unterworfen wurde ein Ostseewasser von 21‰ Salzgehalt.

Kochtemperatur 105°. Keine Wasserstoffentwickelung.

Angewandte Lösung g	Barometer mm	Temperatur des Barometers	Entwickelte Gasmenge ccm	Temperatur des Gases	Gasmenge nach Absorption von CO_2	Temperatur der Gasmenge	Gasmenge nach Absorption von O_2	Temperatur der Gasmenge	CO_2 im kg ccm	N_2 im kg ccm	O_2 im kg ccm	$\frac{O_2 \cdot 100}{N_2 + O_2}$
253,2	749,3	18,0	16,78	23,3	5,06 korr. 5,00	21,3	3,36 korr. 3,32 3,3	21,5	40,29	11,57	5,88	33,7
270,4	749,3	18,0	17,70	19,8	5,41 korr. 5,36	18,7	3,61 korr. 3,57	19,1	40,46	11,80	5,95	33,4
								Mittel	40,38	11,68	5,92	33,55
					Niedrige Kochtemperatur ohne Säure.							
289,7	749,7	18,0	—	—	5,70	20,5	3,79	20,7	—	11,62	5,89	33,6
255,0	749,7	18,0	—	—	5,04	20,7	3,35	20,9	—	11,66	5,91	33,6
								Mittel	—	11,64	5,90	33,6

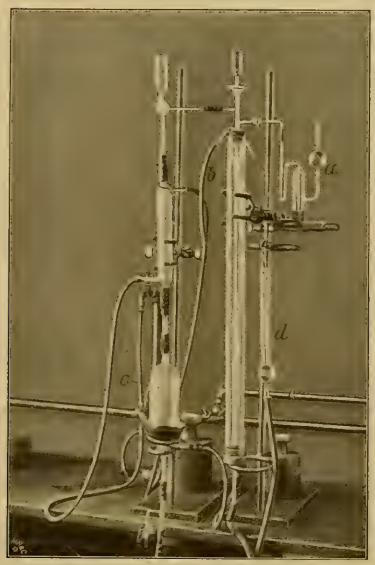
Die Ergebnisse der obigen Versuche lassen sich zusammenfassen zu folgenden Sätzen:

1. Man kann Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff im Meerwasser in einer Probe bestimmen, wenn man auf die letzten Reste von Kohlensäure verzichten will und dafür eine Korrektion von 1% addirt.

2. Bei der Bestimmung der Kohlensäure unter Entwickelung einer geringen Menge Wasserstoff ist es erforderlich, die Kochtemperatur auf über 90° zu halten, dann aber erhält man die Kohlensäure quantitativ.

Schliesslich möchte ich meine Ansicht dahin aussprechen, dass das Verfahren unter Wasserstoffentwickelung vorzuziehen ist als das exakte, und da auf dem anderen Wege in Folge der verlängerten Kochdauer nicht viel Zeit gewonnen wird.

3. Die Sauerstoffabsorption erfolgt am bequemsten in Hempelschen Pipetten, gefüllt mit Kupferdrahtnetz in ammoniakalischer Ammoniumkarbonatlösung.



Anmerkung: Da die Abbildung des Knudsen'schen Apparates nicht in einer Deutschen Zeitschrift erschienen ist, gebe ich den von mir benutzten Apparat wieder. a) ist die Hempelsche Pipette; b) ein Rohr, um durch Luftzufuhr das Kühlwasser um das Sammelgefäss zu mischen; c) das Thermometer im Siedegefäss; d) das Niveaurohr.

Druck von Schmidt & Klaunig in Kiel.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Siebenter Band.

Abtheilung Kiel.

Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur.

Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1903.

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Neue Folge. Gr. 4°.

Band I, Heft 1. 1894. VI, 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. *M.* 30.—.
do. Heft 2. 1896. XIII, III, 191 S. mit 71 Abbildungen im Text, 8 Tabellen, 4 Tafeln und 1 Karte. *M.* 20.—.
Band II, Heft 1, Abt. 1. 1896. 324 Seiten mit 6 Tafeln und 4 Figuren im Text. *M.* 25.—.
do. do. Abt. 2. 1897. III, 255 Seiten mit 19 Tafeln und 32 Figuren im Text. *M.* 35.—.
do. Heft 2. 1897. 101 Seiten mit 20 Tafeln und 4 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band III, Abt. Helgoland, Heft 1. 1899. 125 Seiten mit 8 Tafeln und 46 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. do. Heft 2. 1900. III, 280 Seiten mit 6 Tafeln, 20 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen. *M.* 30.—.
do. Abt. Kiel. 1898. III, 157 Seiten mit 3 Tafeln und 12 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band IV, Abt. Helgoland, Heft 1. 1900. 140 Seiten mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. *M.* 15.—.
do. do. Heft 2. 1900. III, 123 Seiten mit 8 Tafeln, 1 Karte und 4 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. Abt. Kiel. 1899. III, 253 Seiten mit 1 Tafel und 226 Figuren im Text. *M.* 20.—.
Band V, Abt. Helgoland, Heft 1. 1902. 56 Seiten mit 3 Tafeln und 11 Figuren im Text. *M.* 6.—.
do. Abt. Kiel, Heft 1. 1900. 96 Seiten mit 1 Tafel, 1 Karte und 183 Figuren im Text. *M.* 8.—.
do. do. Heft 2. 1901. III, 170 S. mit 1 Tafel, 1 Karte und 96 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band VI, Abt. Kiel. 1902. 234 Seiten mit 6 Tafeln und 14 Figuren im Text. *M.* 20.—.

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

I. Jahrgang 1871. Mit 1 Seekarte und 1 Tafel Abbildungen. 1873. Fol. (178 S.) *M.* 15.—.
II./III. Jahrgang 1872, 1873. Mit 1 Seekarte, 16 Kupfertafeln und 9 Karten zur Fischerei-Statistik. 1875. Fol. (380 S.) *M.* 40.—.

Sonderausgaben:

Physik des Meeres. Von Dr. H. A. Meyer. . . . . *M.* 6.
Luft des Meerwassers. Von Dr. O. Jacobsen. . . . . „ 2.—.
Botanische Ergebnisse. Von Dr. P. Magnus. . . . . „ 4.—.
Zoologische Ergebnisse. Mit 6 Tafeln. . . . . „ 20.—.
Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten. . . . *M.* 2.—.
Befischung der deutschen Küsten. Von Dr. V. Hensen. . „ 10.—.
Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. 1. Folge. Mit 3 Kupfertafeln. . . . . „ 4.—.

IV.—VI. Jahrgang 1874, 1875, 1876. Mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. Fol. (294 und 24 S.) *M.* 36.—.

sowie die Fortsetzung davon unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.

Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881.	1884.	Fol. (382 S.)	*M.* 49.—.
I. Abteilung	1882.	(184 S.)	„ 25.—.
II. „	1883.	(128 S.)	„ 12.—.
III. „	1884.	(70 S.)	„ 12.—.
Fünfter Bericht für die Jahre 1885—1886.	1887.	(158 S.)	„ 25.—.
Sechster Bericht für die Jahre 1887—1891. 1. Heft	1889.	(XI, 102 S.)	„ 12.—.
„ „ „ „ „ „ „ 2. „	1890.	(46 S.)	„ 5.—.
„ „ „ „ „ „ „ 3. „	1893.	(108 S.)	„ 10.—.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten.

Jährlich 12 Hefte. Quer-Folio. **Jahrgang 1873—1893.** à Jahrg. *M.* 12.—.

Atlas deutscher Meeresalgen

Von Professor Dr. **Reinke** in Kiel.

1. Heft 1889. Fol. (38 S. und 25 Taf.) *M.* 30.—. **2. Heft, Lfg. 1 und 2, 1891.** Fol. (20 S. und 10 Taf.) *M.* 12.—.
2. Heft, Lfg. 3—5, 1892. Fol. (20 S. und 15 Taf.) *M.* 18.—.

Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee.

Von Dr. **H. A. Meyer.**

Im Anschluß an die Abhandlung VII im IV.—VI. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. 8°. (20 S.) *M.* 1.—.

Gemeinfassliche Mitteilungen aus den Untersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

Herausgegeben im Auftrage des Königlichen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.
Mit 1 lithographischen Tafel. 1880. 8°. (56 S.) *M.* 1.50.

Die Fische der Ostsee.

Von Dr. **K. Möbius** und **Fr. Heincke.**

Mit Abbildungen aller beschriebenen Arten und einer Verbreitungskarte. 8°. (206 S.) (Sonder-Abdruck aus dem IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.) *M.* 5.—.

Seit Herbst 1892 erscheinen im Verlage von **Lipsius & Tischer** in **Kiel** und **Leipzig:**

Ergebnisse

der

in dem Atlantischen Ocean

von Mitte Juli bis Anfang November 1889

ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung

auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

Victor Hensen,

Professor der Physiologie in Kiel.

Auf dieses für die Wissenschaft hochbedeutsame Werk erlauben wir uns ganz ergebenst aufmerksam zu machen.

Das Werk genügt, abgesehen von seiner hohen Bedeutung für die Wissenschaft, was äußere Ausstattung, Papier, Druck, künstlerische Vollendung und Naturtreue der Illustrationen und Tafeln anbelangt, den höchsten Anforderungen. Auf die Ausführung haben wir ganz besondere Sorgfalt verwandt und mit der Herstellung der Tafeln sind nur erste Kunstanstalten betraut worden.

In die Reisebeschreibung sind eine große Anzahl von Bildern, nach Originalzeichnungen des Marinemalers Richard Eschke, der an der Expedition teilgenommen, eingestreut.

Es ist uns zur Zeit noch nicht möglich, hinsichtlich einer genauen Preisangabe für das ganze Werk bindende Angaben zu machen. Die Preisnormierung wird ganz von dem jedesmaligen Umfang der einzelnen Abhandlungen, von den Herstellungskosten der Tafeln und den Schwierigkeiten, die mit der Vervielfältigung derselben verbunden sind, abhängig sein. Doch wird bei der Drucklegung des Werkes die dem ganzen Unternehmen gewährte Unterstützung auch auf die Preisnormierung nicht ohne Einfluß sein und dürfen die für derartige Publikationen üblichen Kosten nicht überschritten werden.

Die Abonnenten, welche sich für die Abnahme des **ganzen Werkes** verpflichten, also in erster Linie Bibliotheken, botanische und zoologische Institute, Gelehrte etc. haben Anspruch auf einen um **10 Prozent ermäßigten Subskriptionspreis** und sollen deren Namen bei Ausgabe des Schlußheftes in einer Subskribentenliste veröffentlicht werden. Um ein wirklich vollständiges Verzeichnis der Abnehmer zu erhalten, ersuchen wir dieselben, die **Bestellung** direkt an uns einsenden zu wollen, auch wenn die **Lieferung** nicht direkt von uns, sondern durch eine andere Buchhandlung gewünscht wird. Im letzteren Falle werden wir, dem Wunsche der Subskribenten gemäß, die Lieferung der bezeichneten Buchhandlung überweisen. Behufs näherer Orientierung steht ein umfassender Prospekt gratis und portofrei zu Diensten.

Die im nachstehenden Inhaltsverzeichnis unterstrichenen Abteilungen sind bis jetzt (April 1901) erschienen:

Teil-bezeichnung		Preis: Für Abnehmer des Ganzen		Preis: Bei Einzelbezug	
A.	Reisebeschreibung nebst Anfügungen einiger Ergebnisse der Untersuchungen	27	—	30	—
B.	Methodik der Untersuchungen	21	60	24	—
C.	Geophysikalische Beobachtungen	9	—	10	—
D.	Fische				
E. a. A.	Thaliaceen	1	80	2	—
E. a. B.	Verteilung der Salpen	6	75	7	50
E. a. C.	Verteilung der Doliolen	7	75	8	60
E. b.	Pyrosomen	10	80	12	—
E. c.	Appendicularien	27	—	30	—
F. a.	Cephalopoden				
F. b.	Pteropoden				
F. c.	Heteropoden				
F. d.	Gastropoden mit Ausschluss der Heteropoden und Pteropoden	30	—	33	50
F. e.	Acephalen	5	40	6	—
F. f.	Brachiopoden	1	80	2	—
G. a.	Halobatiden und Halacarinen	14	40	16	—
G. b.	Decapoden und Schizopoden	12	60	14	—
G. c.	Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden	12	60	14	—
G. d.	Cladoceren und Cirripedien	6	75	7	50
G. e. I.	Amphipoden I. Teil. Hyperiidea I.	20	—	22	20
G. e. II.	„ II. Teil				
G. f.	Copepoden				
G. g.	Ostracoden				
H. a.	Rotatorien				
H. b.	Alciopiden und Tomopteriden	14	40	16	—
H. c.	Pelagische Phyllodociden und Typhloscoleciden	9	—	10	—
H. d.	Pelagische Polychaeten und Achaetenlarven	6	75	7	50
H. e.	Sagitten				
H. f.	Polycladen	1	80	2	—
H. g.	Turbellaria acoela	5	40	6	—
J.	Echinodermenlarven	15	—	16	60
K. a.	Ctenophoren	4	50	5	—
K. b.	Siphonophoren	14	40	16	—
K. c.	Craspedote Medusen	12	60	14	—
K. d.	Akalephen	7	20	8	—
K. e.	Anthozoen	28	80	32	—
L. a.	Tintinnen				
L. b.	Holotriche und peritriche Infusorien, Acineten				
L. c.	Foraminiferen				
L. d.	Thalassicollen, koloniebildende Radiolarien				
L. e.	Spumellarien				
L. f.	Akantharien				
L. g.	Monopylarien				
L. h.	Tripylarien				
L. i.	Taxopoden und neue Protozoën-Abteilungen				
M. a. A.	Peridineen, allgemeiner Teil	34	20	38	—
M. a. B.	Peridineen, spezieller Teil				
M. b.	Dictyocheen				
M. c.	Pyrocysteen				
M. d.	Bacillariaceen				
M. e.	Halosphaereen				
M. f.	Schizophyceen				
M. g.	Bakterien des Meeres	5	40	6	—
N.	Cysten, Eier und Larven				
O.	Übersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen				
P.	Oceanographie des atlantischen Oceans				
Q.	Gesamt-Register				

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Das Süsswasserplankton.

Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung

von Dr. **Carl Apstein.**

VI, 201 S. gr. 8°. Mit 113 Abbildungen u. vielen Tabellen. Preis M. 7.20.

Biologische Studien

über die

Fauna der Kieler Föhrde

(158 Reusenversuche)

von Dr. **Emil Buerkel,** Kaiserl. Marine-Assistenzarzt d. R.

55 S. Lex. 8°. Mit 1 farb. Karte, 3 Tafeln u. 7 Tabellen. Geheftet M. 5.—; elegant gebunden M. 6.—.

Die Entwicklungsmechanik der Nervenbahnen

im Embryo der Säugetiere.

Ein Probeversuch von Professor Dr. **Victor Hensen.**

1903. 51 S. gr. 4°. Mit 1 Tafel und 4 Textfiguren. Preis M. 4.—.

Die Plankton-Expedition u. Haeckel's Darwinismus.

Über einige Aufgaben und Ziele der beschreibenden Naturwissenschaften

von Professor Dr. **V. Hensen.**

87 S. gr. 8°. Mit 2 Steindrucktafeln. Preis M. 3.—.

Über den

Bau der Corallenriffe und die Planktonverteilung

an den Samoanischen Küsten

nebst vergleichenden Bemerkungen

von Dr. **Augustin Krämer,** Marinestabsarzt.

Mit einem Anhang:

Über den Palolowurm

von Dr. **A. Collin.**

186 Seiten gr. 8°. Mit 34 Abbildungen u. Karten u. vielen Tabellen. Preis M. 6.—.

Analytische Plankton-Studien.

Ziele, Methoden und Anfangs-Resultate der quantitativ-analytischen Planktonforschung

von Privatdozent Dr. **Franz Schütt.**

VIII, 117 S. gr. 8°. Mit 16 Tabellen u. 1 farbigen Karte. Preis M. 3.—.

NORTHEAST
LIBRARY BINDING CO., INC.
APR 1981

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 03011